



TESIS

**IMPLEMENTASI SISTEM DINAMIK UNTUK MENINGKATKAN  
JUMLAH PRODUKSI *ON-FARM LEVEL* JAGUNG ORGANIK DALAM  
MENDUKUNG *SMART AGRICULTURE*  
(STUDI KASUS: JAWA TIMUR)**

**IQBAL RAMADHANI MUKHLIS**

**NRP. 05211650012004**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.**

**NIP. 197004272005012001**

**Dr. Ir. Damanhuri, MS**

**NIP. 196211231987031002**

**PROGRAM MAGISTER**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2019**

*(Halaman sengaja dikosongkan)*



**THESIS**

**SYSTEM DYNAMICS IMPLEMENTATION TO INCREASE THE NUMBER  
OF ORGANIC MAIZE LEVEL ON-FARM PRODUCTION IN  
SUPPORTING SMART AGRICULTURE  
(CASE STUDY : EAST JAVA)**

**IQBAL RAMADHANI MUKHLIS**

**NRP. 05211650012004**

**SUPERVISOR**

**Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.**

**NIP. 197004272005012001**

**Dr. Ir. Damanhuri, MS**

**NIP. 196211231987031002**

**POSTGRADUATE PROGRAM**

**DEPARTEMENT OF INFORMATION SYSTEM**

**FACULTY OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2019**

*(Halaman sengaja dikosongkan)*

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Komputer (M.Kom)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Iqbal Ramadhani Mukhlis  
NRP. 05211650012004

Tanggal Ujian: 14 Januari 2019  
Periode Wisuda: Maret 2019

Disetujui Oleh:


1. Erma Suryani, S.T., M.T. Ph.D  
NIP. 197004272005012001

  
(Pembimbing I)

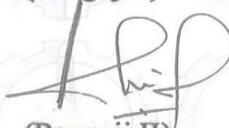
2. Dr. Ir. Damanhuri, MS  
NIP.196211231987031002

  
(Pembimbing II)

3. Dr. Eng. Febriliyan Samopa, S.Kom., M.Kom  
NIP. 197302191998021001

  
(Penguji I)

4. Mahendrawathi ER, S.T., M.Sc., Ph.D  
NIP. 197610112006042001

  
(Penguji II)



Dekan  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

  
Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom  
NIP.19720809 199512 1 001

*(Halaman sengaja dikosongkan)*

# **IMPLEMENTASI SISTEM DINAMIK UNTUK MENINGKATKAN JUMLAH PRODUKSI *ON-FARM LEVEL* JAGUNG ORGANIK DALAM MENDUKUNG *SMART AGRICULTURE***

Nama Mahasiswa : Iqbal Ramadhani Mukhlis  
NRP : 05211650012004  
Dosen Pembimbing I : Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.  
Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. Damanhuri, MS

## **ABSTRAK**

Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah dan memiliki potensi yang sangat besar didalam sektor bidang pertanian. Salah satu subsektor bidang pertanian di Indonesia adalah tanaman pangan, subsektor tanaman pangan ini terbagi dua kategori yaitu padi dan palawija, salah satu tanaman palawija yang banyak dibudidayakan adalah tanaman jagung. Dari segi produksi jagung pada tahun 2016, provinsi Jawa Timur memiliki nilai produksi terbesar yaitu 6.278.264 ton dibandingkan provinsi yang lainnya dengan total produksi keseluruhan sebesar 23.578.293 ton.

Dilihat dari segi konsumsi jagung, rata-rata konsumsi tahunan masyarakat terhadap jagung dari tahun 2011 – 2015 sebesar 7.232.453 ton. Sedangkan produksi jagung di Jawa Timur sebesar 6.278.264 ton. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jagung diminati masyarakat Indonesia namun dari sektor produksi masih belum dapat memenuhi permintaan tersebut. Dari hasil tersebut maka penelitian ini akan menggunakan studi kasus penerapan teknologi rantai pasok *on-farm level* produksi jagung organik.

Dalam penelitian ini, peningkatan produksi jagung organik dimodelkan dengan menggunakan sistem dinamik untuk menganalisa kondisi saat ini dan mengevaluasi permasalahan yang ada serta memberikan alternatif skenario pemecahan masalah. Hasil simulasi skenario intensifikasi lahan dari tahun 2018-2030, prosentase produksi jagung organik meningkat 24%. Rasio pemenuhan jagung organik di Jawa Timur masih diatas 1 di akhir periode tahun 2030. Rata-rata *yearly profit* hasil skenario dengan mengimplementasikan *SmartAgriculture* mencapai Rp 61.787.276,-. Dan hasil skenario pengurangan emisi gas rumah kaca melalui pengurangan penggunaan bahan bakar dan pemberian pupuk organik yang sesuai kebutuhan unsur hara dapat menurunkan emisi sebesar 13.7 %.

**Kata Kunci:** *smart agriculture*, rantai pasok, sistem dinamik, jagung organik, *on-farm level*

*(Halaman sengaja dikosongkan)*



# **SYSTEM DYNAMICS IMPLEMENTATION TO INCREASE THE NUMBER OF ORGANIC MAIZE LEVEL ON-FARM PRODUCTION IN SUPPORTING SMART AGRICULTURE**

Nama Mahasiswa : Iqbal Ramadhani Mukhlis  
NRP : 05211650012004  
Dosen Pembimbing I : Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.  
Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. Damanhuri, MS

## **ABSTRACT**

The country of Indonesia is one country that has abundant natural resources and has enormous potential in the agricultural sector. One sub-sector of agriculture in Indonesia is food crops, the food subsector is divided into two categories, namely rice and secondary crops, one of the more cultivated crops is corn. In terms of corn production in 2016, East Java province had the largest production value of 6,278,264 tons compared to other provinces with a total production of 23,578,293 tons.

In terms of corn consumption, the average annual consumption of corn in 2011 - 2015 was 7,232,453 tons. While corn production in East Java amounted to 6,278,264 tons. These results indicate that corn is in demand by the Indonesian people yet the production sector still cannot fulfill the demand. From this result, this study will use a case study of the application of supply chain technology at the level of organic corn production.

In this study, increasing organic corn production is modeled using a dynamic system to analyze current conditions and existing problems and provide alternative solutions to problems. Simulation results of land intensification scenarios from 2018-2030, the percentage of organic corn production increased by 24%. The ratio of fulfillment of organic corn in East Java is still above 1 at the end of the period of 2030. The average annual profit based on the scenario of applying SmartAgriculture reaches Rp. 61,787,276. And the results of the scheme of greenhouse gas emissions through fuel consumption and organic fertilizer as needed can produce emissions of 13.7%.

Keywords: smart agriculture, supply chain, production, system dynamics, organic corn, on-farm level.

*(Halaman sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan ridho, rahmat, dan hidayah-nya sehingga tesis yang berjudul “Implementasi Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Jumlah Produksi On-Farm Level Jagung Organik Dalam Mendukung Smart Agriculture” dapat disusun dengan baik. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Magister Sistem Informasi, Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dalam proses penyelesaian tesis ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, baik bantuan moral maupun materiil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Orang tua penulis, Sunan, Lilis Andarini dan Mukhlis Sabariyah, yang selalu memberikan doa dan dukungan selama menyelesaikan studi dan tesis ini.
2. Ibu Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Wali Akademik yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran, serta memberikan ilmu, dukungan, dan kesabaran selama membimbing penulis dari awal hingga tesis ini selesai.
3. Bapak Dr. Ir. Damanhuri MS., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran, serta memberikan ilmu, dukungan, dan kesabaran selama membimbing penulis dari awal hingga tesis ini selesai.
4. Bapak Dr.Eng. Febriliyan Samopa, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Penguji I yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan untuk penelitian ini.
5. Ibu Mahendrawathi ER, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Penguji II yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan untuk penelitian ini.
6. Bapak dan Ibu dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama Penulis menempuh pendidikan di Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

7. Segenap staf dan karyawan di Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang membantu Penulis dalam pelaksanaan tesis ini.
8. Para sahabat dan teman-teman keluarga besar S2 Sistem Informasi ITS yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan selama Penulis menempuh pendidikan magister.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dan terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan tesis ini.
10. Penulis menyadari bahwa tesis ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, Penulis bersedia menerima kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki diri. Penulis berharap tesis ini dapat memberi manfaat bagi kemajuan dunia pendidikan di Indonesia.

Surabaya, 31 Desember 2018

Iqbal Ramadhani Mukhlis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN TESIS .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	6
1.4 Kontribusi Penelitian .....	7
1.4.1 Kontribusi di Bidang Keilmuan .....	7
1.4.2 Kontribusi Praktis .....	7
1.5 Batasan Penelitian .....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	8
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	9
2.1 <i>Smart Agriculture</i> .....	9
2.2 Produksi .....	10
2.3 Produktivitas .....	12
2.4 Ketahanan Pangan .....	17
2.5 Jagung Organik .....	18
2.5.1 Aplikasi Sumber Hara Organik Pada Budidaya Jagung .....	19
2.5.2 Dampak Penerapan Pertanian Organik Terhadap Pengelolaan Sumber Daya Lahan .....	20
2.6 <i>On-farm level</i> Jagung Organik .....	21

2.6.1 Pra Tanam Jagung Organik.....	21
2.6.2 Masa Tanam & Pemeliharaan Jagung Organik .....	23
2.6.3 Pra Panen Jagung Organik.....	25
2.7 Manajemen Rantai Pasok .....	25
2.8 Konsep Dasar Sistem Simulasi.....	26
2.8.1 Sistem.....	26
2.8.2 Pemodelan.....	29
2.8.3 Simulasi .....	30
2.9 Sistem Dinamik .....	32
2.10 Penelitian Terkait .....	36
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>40</b>
3.1 Tahapan Penelitian .....	40
3.1.1 Kajian Pustaka .....	41
3.1.2 Pengumpulan Data.....	41
3.1.3 Pemodelan Sistem (Diagram Kausatik).....	42
3.1.4 Pengolahan Data (Flow Diagram) .....	49
3.1.5 Verifikasi Dan Validasi .....	49
3.1.6 Membuat Skenario Model .....	50
3.1.7 Analisis dan Pembahasan Hasil Simulasi .....	52
3.1.8 Membuat Kesimpulan.....	52
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>53</b>
4.1 Identifikasi Rantai Pasok dalam Budidaya Jagung Organik.....	53
4.1.1 Identifikasi Pola Budidaya Jagung Organik .....	53
4.1.2 Identifikasi Sasaran Rantai Pasok.....	59
4.1.3 Identifikasi Pola Saluran Pemasaran Dalam Rantai Pasok.....	61
4.1.4 Identifikasi Pola Distribusi Dalam Rantai Pasok .....	70
4.2 Pengumpulan Data .....	75
4.2.1 Identitas Narasumber .....	75
4.3 Basemodel Development.....	77

4.3.1 Causal Loop Diagram .....	78
4.3.2 Stock dan Flow Diagram Model .....	81
4.3.3 Analisis dan Interpretasi Hasil .....	95
4.4 Validasi Model.....	97
4.4.1 Validasi Populasi di Jawa Timur .....	98
4.4.2 Validasi Lahan Sawah dan Luas Panen Jawa Timur .....	99
4.3.3 Validasi Produktivitas Lahan Jawa Timur.....	101
4.3.4 Validasi Produksi Jagung Organik Jawa Timur .....	103
4.3.5 Validasi Biaya Produksi Jagung Organik .....	104
4.3.6 Validasi Harga Jagung Organik.....	105
4.3.7 Validasi Emisi Gas Rumah Kaca .....	106
4.3.8 Validasi Distribusi Produk Jagung .....	109
4.3.9 Validasi Harga Pupuk Organik.....	112
4.5 Evaluasi .....	116
4.6 Pengembangan Skenario.....	118
4.7 Model dan Hasil Skenario .....	119
4.7.1 Skenario Intensifikasi Lahan Pertanian Jagung Organik.....	119
4.7.2 Skenario Meningkatkan Efektifitas dan Efisiensi Distribusi Pupuk Organik pada Rantai Pasok .....	135
4.7.3 Skenario Pengimplementasian <i>Smart Agriculture</i> .....	144
4.7.4 Skenario Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca .....	151
4.7.5 Simpulan Skenario.....	160
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	163
5.1 Kesimpulan.....	163
5.2 Saran .....	165
DAFTAR PUSTAKA .....	168
LAMPIRAN 1 .....	174
LAMPIRAN 2.....	175

*(Halaman sengaja dikosongkan)*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Perkembangan Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung di Indonesia Tahun 1997 -2016.....	3
Gambar 2. 1 Proses Pra Tanam Jagung Organik .....	22
Gambar 2. 2 Proses Tanam Jagung Organik .....	23
Gambar 2. 3 Proses Pemeliharaan Jagung Organik .....	24
Gambar 2. 4 Cara Untuk Belajar Sebuah Sistem .....	28
Gambar 2. 5 Representasi Struktur Stock and Flow .....	35
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian .....	40
Gambar 3. 2 Diagram Kausatik Rantai Pasok Jagung Di Mesir. ....	42
Gambar 3. 3 Diagram Kausatik Produksi .....	43
Gambar 3. 4 Diagram Kausatik Penelitian.....	44
Gambar 3. 5 Diagram Proses Pertanian Jagung Organik .....	45
Gambar 4. 1 Penanganan Pasca Panen.....	58
Gambar 4. 2 Saluran Pemasaran Jagung Organik di Jawa Timur.....	62
Gambar 4. 3 Aliran Produk Rantai Pasok Jagung Organik.....	71
Gambar 4. 4 Aliran Finansial Rantai Pasok Jagung Organik.....	72
Gambar 4. 5 Aliran Informasi Rantai Pasok Jagung Organik.....	73
Gambar 4. 6 Aliran Pupuk Organik Rantai Pasok Jagung Organik.....	73
Gambar 4. 7 Pengembangan Diagram Kausatik dalam Penelitian .....	79
Gambar 4. 8 Flow Diagram Populasi dan Permintaan .....	82
Gambar 4. 9 Grafik Populasi Penduduk Jawa Timur.....	83
Gambar 4. 10 Grafik Permintaan Jagung Organik.....	84
Gambar 4. 11 Sub Model Luas Panen Jagung Organik di Jawa Timur .....	85
Gambar 4. 12 Grafik Luas Sawah .....	86
Gambar 4. 13 Grafik Luas Panen.....	86
Gambar 4. 14 Produktivitas Lahan dan Produksi Jagung Organik .....	87

Gambar 4. 15 Grafik Produktivitas Lahan .....	88
Gambar 4. 16 Grafik Produksi Jagung Organik di Jawa Timur.....	89
Gambar 4. 17 Model Biaya Produksi.....	90
Gambar 4. 18 Model Harga Jagung Organik .....	91
Gambar 4. 19 Grafik Harga Jagung Organik .....	91
Gambar 4. 20 Rasio Pemenuhan Jagung.....	92
Gambar 4. 21 Grafik Rasio Pemenuhan Jagung .....	93
Gambar 4. 22 Gambar Distribusi Produk Jagung di Jawa Timur .....	93
Gambar 4. 23 Gambar Distribusi Pupuk Organik .....	94
Gambar 4. 24 Model Emisi Gas Rumah Kaca .....	95
Gambar 4. 25 Perbandingan Data Asli dan Simulasi Penduduk Jawa Timur.....	99
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Luas Lahan.....	100
Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan Luas Panen.....	101
Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan Produktivitas Lahan .....	102
Gambar 4. 29 Grafik Perbandingan Produksi Jagung Organik.....	104
Gambar 4. 30 Grafik Perbandingan Biaya Produksi Jagung Organik .....	105
Gambar 4. 31 Grafik perbandingan Harga Jagung Organik .....	106
Gambar 4. 32 Grafik Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca CH <sub>4</sub> (Metana).....	107
Gambar 4. 33 Grafik Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca CO <sub>2</sub> (Karbendioksida) .....	109
Gambar 4. 34 Grafik Perbandingan Distribusi Produk Jagung Organik.....	112
Gambar 4. 35 Grafik Perbandingan harga pupuk organik subsidi dan non-subsidi .	115
Gambar 4. 36 Grafik Perbandingan harga pupuk organik pada gapoktan dan poktan .....	115
Gambar 4. 37 Intensifikasi Penggunaan Pupuk Organik .....	123
Gambar 4. 38 Produktivitas lahan setelah skenario penggunaan Pupuk Organik.....	123
Gambar 4. 39 Grafik causes strip dari pengaruh penggunaan pupuk .....	124
Gambar 4. 40 Grafik Penggunaan Bibit Unggul .....	125
Gambar 4. 41 Produktivitas lahan setelah skenario penggunaan bibit unggul .....	126

Gambar 4. 42 Grafik causes strip dari pengaruh penggunaan bibit unggul .....	126
Gambar 4. 43 Perbaikan Irigasi dalam Intensifikasi Pertanian Jagung Organik.....	127
Gambar 4. 44 Intensifikasi Perbaikan Irigasi .....	128
Gambar 4. 45 Produktivitas lahan setelah skenario perbaikan irigasi .....	129
Gambar 4. 46 Grafik causes strip dari pengaruh ketersediaan irigasi.....	129
Gambar 4. 47 Produktivitas lahan setelah skenario intensidikasi lahan simultan.....	132
Gambar 4. 48 Grafik Produksi Padi Setelah Skenario Optimis Cenderung Meningkat .....	133
Gambar 4. 49 Fullfillment Ratio Setelah Skenario Intensifikasi masih diatas 1 .....	134
Gambar 4. 50 Ketersediaan Pangan dari Aspek Ketersediaan .....	135
Gambar 4. 51 Alur Distribusi Pupuk Organik di Jawa Timur .....	136
Gambar 4. 52 Model skenario efisiensi harga pupuk organik .....	140
Gambar 4. 53 Grafik Perbandingan Harga Pupuk Organik di Tingkat Produsen setelah skenario .....	141
Gambar 4. 54 Grafik Perbandingan Harga Pupuk Organik Subsidi dan Non-Subsidi setelah skenario .....	142
Gambar 4. 55 Grafik Perbandingan Harga Pupuk Organik di Gapoktan setelah skenario .....	142
Gambar 4. 56 Grafik Perbandingan Harga Pupuk Organik di Poktan setelah skenario .....	143
Gambar 4. 57 Perkiraan Biaya Produksi Jagung Organik.....	145
Gambar 4. 58 Model skenario penerapan Smart Agriculture dengan teknologi IOT	146
Gambar 4. 59 Skenario penerapan Smart Agriculture dengan perhitungan Payback Period .....	146
Gambar 4. 60 Hasil Simulasi total production cost per periode .....	147
Gambar 4. 61 Skenario Investasi Smart Agriculture dan perhitungan Payback Periode .....	148
Gambar 4. 62 Skenario Emisi Gas Rumah Kaca .....	153
Gambar 4. 63 Skenario Mitigasi CH <sub>4</sub> melalui penggunaan pupuk .....	154

Gambar 4. 64 Skenario Mitigasi CH<sub>4</sub> melalui pengurangan bahan bakar..... 157

*(Halaman sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Bibit Jagung di Indonesia dan Keunggulannya (2009-2016) .....	14
Tabel 2. 2 Kandungan Limbah Organik.....	18
Tabel 2. 3 Pemanfaatan hara organik pada budidaya jagung.....	19
Tabel 2. 4 Simbol CLD .....	34
Tabel 4. 1 Aplikasi Teknologi Budidaya Jagung Organik .....	57
Tabel 4. 2 Fungsi Pemasaran Anggota Rantai Pasok.....	62
Tabel 4. 3 Rincian Pengambilan Data.....	75
Tabel 4. 4 Identitas Narasumber dalam penelitian.....	76
Tabel 4. 5 Populasi Penduduk Jawa Timur .....	82
Tabel 4. 6 Luas Lahan dan Luas Panen.....	84
Tabel 4. 7 Produktivitas Lahan dan Produksi Jagung Organik Jawa Timur .....	88
Tabel 4. 8 Harga Jagung Organik di Tingkat Petani .....	90
Tabel 4. 9 Variabel yang digunakan dalam model.....	96
Tabel 4. 10 Validasi Populasi .....	98
Tabel 4. 11 Validasi Lahan Sawah.....	99
Tabel 4. 12 Validasi Lahan Panen.....	100
Tabel 4. 13 Validasi Produktivitas Lahan .....	101
Tabel 4. 14 Validasi Produksi Jagung Organik.....	103
Tabel 4. 15 Validasi Biaya Produksi.....	104
Tabel 4. 16 Validasi Harga Jagung Organik .....	105
Tabel 4. 17 Validasi Emisi Gas Rumah Kaca CH <sub>4</sub> (Metana).....	106
Tabel 4. 18 Validasi Emisi Gas Rumah Kaca CO <sub>2</sub> (Karbon dioksida) .....	108
Tabel 4. 19 Validasi Distribusi Produk Jagung Aliran 1 .....	109
Tabel 4. 20 Validasi Distribusi Produk Jagung Aliran 2 .....	110
Tabel 4. 21 Validasi Distribusi Produk Jagung Aliran 3 .....	111
Tabel 4. 22 Pola aliran distribusi pupuk organik .....	112

Tabel 4. 23 Prosentase Profit Margin dan Operational Cost Harga Pupuk.....	113
Tabel 4. 24 Validasi harga pupuk organik tingkat produsen .....	113
Tabel 4. 25 Validasi harga pupuk organik tingkat distributor .....	114
Tabel 4. 26 Acuan penggunaan pupuk organik menurut Balai Besar Penelitian Tanaman Organik.....	121
Tabel 4. 27 Jenis Pupuk Organik yang dapat digunakan pada pertanian jagung organik .....	121
Tabel 4. 28 Skenario penggunaan pupuk organik untuk meningkatkan produktivitas .....	122
Tabel 4. 29 Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Terhadap Produktivitas Lahan .	124
Tabel 4. 30 Skenario penggunaan bibit unggul untuk meningkatkan produktivitas.	125
Tabel 4. 31 Pengaruh Penggunaan Bibit Unggul Terhadap Produktivitas Lahan.....	127
Tabel 4. 32 Skenario perbaikan saluran irigasi untuk meningkatkan produktivitas .	128
Tabel 4. 33 Pengaruh Irigasi Terhadap Produktivitas Lahan .....	130
Tabel 4. 34 Pengaruh Serangan Hama dan Penyakit .....	130
Tabel 4. 35 Perhitungan Produktivitas Jagung Organik 2018.....	131
Tabel 4. 36 Perbandingan Produktivitas Lahan 2018-2030.....	131
Tabel 4. 37 Perbandingan Produksi Jagung Organik 2018 - 2030.....	133
Tabel 4. 38 Tabel Alur Distribusi Pupuk Organik di Jawa Timur .....	136
Tabel 4. 39 Efektifitas pola aliran rantai pasok.....	137
Tabel 4. 40 Skenario efisiensi harga pupuk .....	141
Tabel 4. 41 Harga pupuk organik hasil skenario 2019-2030 .....	141
Tabel 4. 42 Perkiraan Biaya Produksi Jagung Organik Per Ha Per Musim Tanam..	144
Tabel 4. 43 Skenario Efisiensi Biaya Produksi dengan menggunakan Smart Agriculture .....	145
Tabel 4. 44 Nilai Investasi IOT pada Smart Agriculture .....	148
Tabel 4. 45 Payback Period Investasi Smart Agriculture .....	149
Tabel 4. 46 Perkiraan Biaya Produksi Jagung Organik dengan Smart Agriculture..	149

Tabel 4. 47 Perbandingan sebelum dan setelah mengimplementasikan Smart Agriculture .....	150
Tabel 4. 48 Skenario penggunaan pupuk organik pada pertanian jagung organik untuk mengurangi emisi gas rumah kaca .....	154
Tabel 4. 49 Analisis rerata konsumsi bahan bakar minyak (L/Jam) pada traktor....	156
Tabel 4. 50 Skenario penghematan bahan bakar pada pertanian jagung organik untuk mengurangi emisi gas rumah kaca .....	157
Tabel 4. 51 Perbedaan pengolahan tanah sistem organik dan konvensional .....	159
Tabel 4. 52 Simpulan Hasil Skenario.....	160



*(Halaman sengaja dikosongkan)*

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang dibuatnya tesis ini, tujuan, Batasan serta manfaat dari pengerjaan tesis ini.

#### **1.1 Latar Belakang**

Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah dan memiliki potensi yang sangat besar didalam sektor bidang pertanian. Sektor pertanian di Indonesia dibagi dalam beberapa subsektor seperti tanaman pangan, kehutanan, hortikultura (budidaya tanaman kebun), peternakan, dan perkebunan (Remedy & Santosa, 2015). Namun diantara kelima subsektor tersebut yang memiliki peranan penting adalah Subsektor Tanaman Pangan karena merupakan salah satu subsektor yang memiliki pengaruh besar dalam persediaan bahan pangan utama bagi masyarakat untuk menunjang kebutuhan pangan sehari-hari. Subsektor tanaman pangan ini terbagi dua kategori yaitu padi dan palawija, salah satu tanaman palawija yang banyak dibudidayakan adalah tanaman jagung (Pusat Penelitian & Pengembangan Tanaman Pangan, 2014).

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan pokok yang dikonsumsi oleh sebagian besar penduduk selain Beras, Kacang hijau, Kacang Kedelai, Ubi Jalar, dan Ubi Kayu (Khaerizal, H., 2008). Jagung di Indonesia merupakan makanan pokok utama yang memiliki kedudukan penting setelah beras, namun jagung juga bukan merupakan produksi utama dalam sektor pertanian. Hal ini dibuktikan dari data update terakhir dari Badan Pusat Statistik (BPS) yang diakses pada tahun 2017 yang menunjukkan bahwa tingkat produksi jagung pada tahun 2016 di Indonesia sebesar 23.578.293 ton sedangkan produksi beras sebesar 79.358.439 ton. Data tersebut menunjukkan bahwa di Indonesia produksi beras lebih besar dari pada produksi jagung.

Meskipun demikian, produksi jagung didalam negeri cenderung menunjukkan peningkatan seiring dengan semakin meningkatnya permintaan jagung untuk kebutuhan bahan pangan, pakan ternak, bahan baku industri dan meningkatnya jumlah

penduduk yang membuat tingkat konsumsi jagung juga akan naik. Peningkatan perkembangan industri tidak lepas dari bahan baku yang tersedia, bahan baku jagung selain produksi juga dipengaruhi dari luas panen yang dihasilkan dari berbagai wilayah.

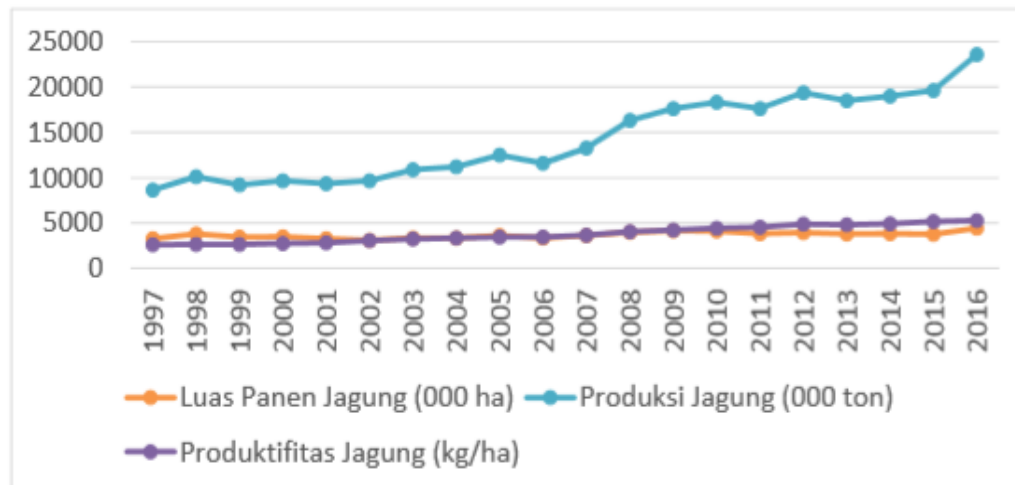
Pada tahun 2016, dilihat dari segi wilayah penghasil jagung di Indonesia, terdapat lima provinsi yang mencapai produksi jagung tertinggi dari 34 Provinsi di Indonesia yang menjadi sentra produksi jagung nasional yaitu Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, Lampung, dan Sumatera Utara (Gambar 1.1). Selanjutnya pada Tabel 1.1 menunjukkan bahwa Provinsi Jawa Timur memiliki produksi dan luas panen jagung yang paling tinggi, meskipun produktivitasnya di bawah produktivitas nasional (5,06 ton per hektar). Kondisi produktivitas jagung di sentra produksi jagung nasional sebagian besar berada di atas produktivitas nasional. Data ini menunjukkan bahwa produksi jagung nasional sangat tergantung pada keberhasilan jagung di lima provinsi tersebut.

Tabel 1. 1 Kondisi Sentra Produksi Jagung Skala Nasional menurut Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Tahun 2016

<b>No</b>	<b>Provinsi</b>	<b>Luas Panen (ha)</b>	<b>Produksi (ton)</b>	<b>Produktivitas (ton/ha)</b>
<b>1</b>	Jawa Timur	1.238.616	6.278.264	5,06
<b>2</b>	Jawa Tengah	598.272	3.574.331	5,97
<b>3</b>	Sulawesi Selatan	336.771	2.065.125	6,13
<b>4</b>	Lampung	340.200	1.720.196	5,07
<b>5</b>	Sumatra Selatan	252.729	1.557.463	6,16
<b>6</b>	29 Provinsi Lainnya	1.677.755	8.382.914	4,99

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2017

Wilayah penghasil jagung jika dilihat pada Tabel 1.1, bahwa produktifitas jagung pada provinsi Jawa Timur masih lebih rendah dibandingkan dengan empat provinsi lainnya yaitu, Sumatera Utara, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan dan Lampung. Padahal provinsi Jawa Timur menghasilkan produksi dan luas panen jagung terbesar di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa provinsi Jawa Timur masih perlu melakukan usaha perbaikan dalam meningkatkan produktifitas jagung yang dihasilkan.



Sumber : Badan Pusat Statistik, 2017 (Diolah)

**Gambar 1. 1 Perkembangan Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung di Indonesia Tahun 1997 -2016**

Pada Gambar 1.1 diatas menunjukkan grafik perkembangan luas panen, produksi, dan produktifitas jagung dalam dua dekade terakhir ini dari tahun 1997 hingga 2016 di Indonesia. Pada perkembangan luas panen, dalam kurun waktu dua dekade tersebut tidak menunjukkan peningkatan maupun penurunan luas lahan secara signifikan. Hal ini menunjukkan tidak terjadi pengurangan lahan jagung yang berarti meskipun terjadi peningkatan pembangunan. Sedangkan jika dilihat dari produksi jagung yang dihasilkan pada kurun waktu dua dekade tersebut, produksi jagung di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan. Peningkatan ini karena terjadi kecenderungan kebutuhan yang semakin meningkat karena adanya kebutuhan komoditas jagung yang digunakan juga untuk pakan dan bioenergi. Peningkatan ini juga terlihat pada produktifitas jagung yang dihasilkan, meskipun tidak terlalu besar peningkatannya akan tetapi dilihat dari perkembangan dalam dua dekade terakhir ini dapat semakin tahun terjadi peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem produksi jagung di Indonesia semakin tahun semakin baik.

Keberhasilan pengembangan jagung kini tidak hanya ditentukan oleh tingginya produktivitas saja namun juga melibatkan kualitas dari produk itu sendiri. Agar

komoditas tersebut mampu bersaing dan memiliki keunggulan kompetitif, maka teknik budidaya masa tanam sampai masa sebelum panen (*on-farm level*) pun harus lebih diperhatikan dan ditangani lebih baik. Selain itu, jagung banyak keunggulannya dari pada tanaman lain. Keunggulan tersebut antara lain, masa panennya lebih cepat, tahan serangan hama penyakit dan tidak cepat busuk, serta produktivitasnya lebih banyak. Usaha pengembangan produktifitas jagung harus didukung oleh upaya peningkatan produksi jagung bukan hanya dari segi jagung konvensional saja. Salah satunya adalah dengan mengembangkan produksi jagung yang mempunyai nilai lebih dan umur simpan yang lama. Salah satu varietas unggul dari jagung untuk menambah produksi jagung nasional adalah jagung organik.

Berdasarkan *market share* yang diambil dari data Departemen Pertanian Jawa Timur pada tahun 2016, permintaan akan jagung organik baik untuk produk olahan dan produk konsumsi sangat tinggi namun produksinya cenderung tidak meningkat. Hal ini disebabkan oleh minimnya minat petani dalam memproduksi jagung organik karena keterbatasan bahan baku dari *supplier* pupuk organik dalam pengelolaan yang tidak maksimal. Disamping itu, kurangnya pengetahuan dan informasi akan originalitas pengelolaan tanaman organik membuat petani lebih mengutamakan hasil dengan mencampur tata cara budidaya organik dengan pupuk pestisida dan insektisida. Sehingga budidaya tersebut tidak bisa disebut murni 100 % organik. Hal ini semata-mata karena petani yang tidak ingin merugi karena risiko gagal panen. Fenomena ini terjadi disebabkan oleh manajemen rantai pasok dalam pengelolaan budidaya jagung organik yang tidak maksimal.

Menurut (Roth, 2010), Jagung organik merupakan jagung yang ditanam dan diolah dengan cara organik dan memiliki tingkat adaptasi yang baik. Produksi jagung organik memiliki beberapa tantangan: mempertahankan rotasi tanaman yang beragam, mengembangkan rencana kesuburan dengan biaya rendah, seimbang, berkelanjutan, dan cara untuk pengendalian gulma ataupun hama lainnya. Jagung organik akan sedikit sulit dikelola saat pindah ke areal yang lebih luas, karena hal ini dapat membuat jagung lebih sulit untuk menangani rotasi, kesuburan dan masalah pengendalian gulma

mekanis. Jagung organik dapat dipasarkan baik pada petani ke petani atau dijual ke pabrik pakan yang mengkhususkan pada butiran organik. Harga jagung organik bisa berkisar 1,5 sampai 2 kali lipat harga jagung konvensional.

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan jumlah produksi dalam *on-farm level* jagung organik untuk mendukung *Smart Agriculture*. *Smart Agriculture* adalah sebuah konsep pemanfaatan teknologi informasi dibidang pertanian yang bertujuan untuk meningkatkan ketepatan sasaran serta mempercepat proses produksi dan pengolahan hasil pertanian untuk mencapai target yang diinginkan. *Smart Agriculture* memiliki tiga karakteristik yaitu, *productivity*, *resilience*, dan *mitigation*.

Dalam penerapan penggunaan konsep *Smart Agriculture* ini, hasil yang didapatkan yaitu untuk memperbaiki pendapatan mata pencaharian dibidang pertanian, menghasilkan ketahanan pangan dan pembangunan pertanian berkelanjutan dengan memastikan bahwa sistem produksi pertanian sesuai untuk menghadapi tantangan perubahan iklim dan variabilitas. Ketahanan pertanian terhadap perubahan iklim dan variabilitas dapat meningkatkan produksi pertanian dan berkontribusi secara luas terhadap pembangunan yang berkelanjutan (Nwanze, Fan, & others, 2016). *Smart Agriculture* dapat membantu untuk mendukung pengambil kebijakan dalam membuat suatu kebijakan, sarana teknis dan finansial yang diperlukan untuk mengutamakan pertimbangan perubahan iklim ke sektor pertanian dan memberikan konsep dasar untuk mengoperasionalkan pembangunan pertanian berkelanjutan.

Oleh karena itu, diperlukan beberapa skenario hasil rekayasa model dengan pendekatan sistem dinamik untuk memenuhi karakteristik *Smart Agriculture* tersebut. Sehingga nantinya penelitian ini dapat digunakan untuk menentukan tahapan-tahapan yang dapat diambil oleh para pengambil kebijakan dalam penerapan teknologi penanaman tanaman jagung khususnya jagung organik.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Konsep *Smart Agriculture* berupaya menyesuaikan produksi pertanian dengan perubahan iklim dan variabilitas cuaca, dengan mempertahankan produktivitas

pertanian, keanekaragaman hayati dan ekosistem yang mendukung ketahanan pangan, mata pencaharian dan pembangunan ekonomi. Selain itu, *Smart Agriculture* berupaya dalam meningkatkan produktivitas, konservasi air, mata pencaharian, keanekaragaman hayati, ketahanan terhadap tekanan iklim, dan kualitas lingkungan (Neufeldt et al., 2011). Peningkatan dari sektor produksi jagung organik harus mendukung konsep *Smart Agriculture* guna menghasilkan ketahanan pangan dan pembangunan pertanian berkelanjutan dengan memastikan bahwa sistem produksi pertanian sesuai untuk menghadapi tantangan perubahan iklim dan variabilitas.

Selama ini konsep bercocok tanam *on-farm level* jagung organik yang dilakukan oleh petani jagung masih sama dengan konsep bercocok tanam jagung secara konvensional. Hal ini dibuktikan dari tingginya rasio kegagalan dalam masa panen jagung disebabkan karena pengolahan dan ketahanan jagung pada *on-farm* yang tidak maksimal. Maka dengan adanya hal tersebut perlu diadopsi konsep *Smart Agriculture* guna mempertahankan produktivitas pertanian, ketahanan dari varietas itu sendiri, dan ketahanan terhadap tekanan atau perubahan iklim.

Sehingga dari permasalahan tersebut dapat diperjelas lebih detail melalui perumusan masalah dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rantai pasok dalam budidaya jagung organik?
2. Bagaimana meningkatkan jumlah produksi jagung organik dan pendapatan petani secara berkelanjutan?
3. Bagaimana meningkatkan efektifitas dan efisiensi alur distribusi pupuk organik pada rantai pasok dari sudut pandang petani?
4. Bagaimana penurunan emisi CH<sub>4</sub> yang dihasilkan dari proses budidaya jagung organik?

### **1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Berdasarkan uraian sebelumnya pada rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah membuat model dan mengembangkan skenario yang dapat meningkatkan jumlah produksi jagung organik di Jawa Timur sehingga kebutuhan

jagung organik terpenuhi, meningkatkan efektifitas dan efisiensi alur distribusi pupuk organik pada model rantai pasok dari sudut pandang petani, menurunkan emisi CH<sub>4</sub> dari proses budidaya jagung organik serta merancang skenario-skenario kebijakan dalam budidaya jagung organik untuk mendukung Smart Agriculture.

#### **1.4 Kontribusi Penelitian**

Terdapat beberapa kontribusi yang akan diberikan dari penelitian ini, antara lain:

##### **1.4.1 Kontribusi di Bidang Keilmuan**

- a. Dapat memberikan kontribusi berupa pengembangan model rantai pasok sistem budidaya jagung organik.
- b. Terbentuknya sebuah rekayasa model sistem dinamik dengan beberapa skenario untuk para pengambil kebijakan dengan pemanfaatan teknologi pengolahan rantai pasok yang dihasilkan.
- c. Penelitian ini diharapkan dapat menambahkan referensi dan bahan informasi khususnya bagi peneliti yang akan melakukan penelitian sejenis untuk dapat dikembangkan lebih lanjut dan lebih detail pada masa yang akan datang.

##### **1.4.2 Kontribusi Praktis**

- a. Melakukan uji coba sistem dinamik untuk mendukung sistem isyarat dini dalam merencanakan tujuan bisnis dalam mengelola sistem rantai pasok yang diinginkan pada beberapa kurun waktu tertentu.
- b. Hasil dari penelitian ini akan memberikan sumbangan pemikiran yang dapat digunakan sebagai referensi bagi pihak terkait dalam mengambil alternatif kebijakan dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah produksi jagung organik.

#### **1.5 Batasan Penelitian**

Penelitian ini memiliki ruang lingkup yang akan menjadi batasan dalam penelitian ini. Batasan penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini dilakukan di proses budidaya (*on-farm level*) jagung organik.



2. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah perancangan model rantai pasok budidaya jagung organik dan distribusi pupuk organik dengan sistem dinamik, pembuatan skenario dari hasil model yang dibuat, dan analisis hasil yang diperoleh dari pembuatan model dan skenario model.
3. Penelitian ini dilakukan dengan menggali data terhadap 15 Petani Jagung Organik yang merupakan pengurus dari KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan) di Jawa Timur.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **a) Bab 1 Pendahuluan**

Bab ini terdiri dari latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, kontribusi penelitian, batasan penelitian dan sistematika penulisan.

### **b) Bab 2 Kajian Pustaka**

Bab ini berisi tinjauan pustaka dan penelitian-penelitian yang sudah ada mengenai jagung organik, budidaya jagung organik dan serangkaian teori yang digunakan sebagai dasar dalam pemodelan sistem dinamik untuk topik penelitian.

### **c) Bab 3 Metodologi Penelitian**

Bab ini mengulas tentang tahapan-tahapan sistematis yang digunakan untuk melakukan penelitian.

### **d) Bab 4 Pengembangan Model dan Skenario**

Bab ini mengulas tentang pengembangan model dari base model, validasi data dan model skenario serta hasil dari pengembangan model.

### **e) Bab 5 Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi kesimpulan dari sistem yang dibuat dan saran untuk proses pengembangan berikutnya

- f) **Daftar Pustaka** Berisi daftar referensi yang digunakan dalam penelitian ini, baik jurnal, buku maupun artikel.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Bab ini menjelaskan mengenai teori-teori yang digunakan dalam penyusunan tesis, yaitu teori tentang *Smart Agriculture*, jagung organik, *on-farm level* jagung organik serta teori mengenai metode pemodelan sistem dinamik yang digunakan untuk mengukur dan menguji penelitian dengan menghasilkan model simulasi.

#### **2.1 *Smart Agriculture***

*Smart Agriculture* (SA) adalah suatu pendekatan untuk mengembangkan kondisi teknis, kebijakan dan investasi untuk mencapai pembangunan pertanian berkelanjutan untuk ketahanan pangan di bawah perubahan iklim (FAO, 2013). Tujuan *Smart Agriculture* adalah untuk memungkinkan suatu sektor beralih ke sistem produksi yang tahan iklim dan pembangunan yang lebih berkelanjutan dengan adanya tekanan perubahan iklim dan variabilitas iklim. Dimensi pembangunan berkelanjutan tersebut meliputi bidang ekonomi, sosial dan lingkungan. *Smart Agriculture* terdiri dari tiga karakteristik yaitu (George's & IICA, 2016):

1. *Productivity*: Meningkatkan produktivitas dan pendapatan pertanian secara berkelanjutan (yaitu memperkuat mata pencaharian dan ketahanan pangan, terutama petani kecil).
2. *Resilience*: Ketahanan terhadap perubahan iklim, harga komoditas dan tekanan atau guncangan lainnya tergantung pada kapasitas adaptif yang ada di masyarakat dan sistem pertanian
3. *Mitigation*: Mengurangi atau mengeluarkan emisi gas rumah kaca, jika memungkinkan.

Konsep *Smart Agriculture* berupaya menyesuaikan produksi pertanian dengan perubahan iklim dan variabilitas cuaca, dengan mempertahankan produktivitas pertanian, keanekaragaman hayati dan ekosistem yang mendukung ketahanan pangan, mata pencaharian dan pembangunan ekonomi. Selain itu, *Smart Agriculture* berupaya dalam meningkatkan produktivitas, konservasi air, mata pencaharian, keanekaragaman

hayati, ketahanan terhadap tekanan iklim, dan kualitas lingkungan (Neufeldt et al., 2011).

Dalam penerapan penggunaan konsep *Smart Agriculture* ini, hasil yang didapatkan yaitu untuk memperbaiki pendapatan mata pencaharian dibidang pertanian, menghasilkan ketahanan pangan dan pembangunan pertanian berkelanjutan dengan memastikan bahwa sistem produksi pertanian sesuai untuk menghadapi tantangan perubahan iklim dan variabilitas. Ketahanan pertanian terhadap perubahan iklim dan variabilitas dapat meningkatkan produksi pertanian dan berkontribusi secara luas terhadap pembangunan yang berkelanjutan (Nwanze et al., 2016). *Smart Agriculture* dapat membantu untuk mendukung pengambil kebijakan dalam membuat suatu kebijakan, sarana teknis dan finansial yang diperlukan untuk mengutamakan pertimbangan perubahan iklim ke sektor pertanian dan memberikan konsep dasar untuk mengoperasionalkan pembangunan pertanian berkelanjutan.

## **2.2 Produksi**

Produksi merupakan perangkat prosedur dan kegiatan yang terjadi dalam penciptaan komoditas berupa kegiatan usaha tani maupun lainnya. Faktor yang mempengaruhi produksi pertanian adalah sebagai berikut:

### **a. Lahan Pertanian**

Lahan pertanian merupakan penentu dari faktor produksi komoditas pertanian. Semakin luas lahan (yang digarap/ditanam), semakin besar jumlah produksi yang dihasilkan oleh lahan tersebut dan ukuran lahan pertanian dapat dinyatakan dengan hektar (Ha).

### **b. Pupuk**

Pupuk merupakan konsumsi vitamin sebagai tambahan makanan tanaman, untuk memperoleh pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang optimal.

### **c. Pestisida**

Pestisida merupakan racun yang mengandung zat-zat aktif yang digunakan untuk membasmi hama dan penyakit yang menyerang tanaman.

d. Bibit

Bibit menentukan keunggulan dari suatu komoditas. Bibit yang unggul biasanya tahan terhadap penyakit dan menghasilkan hasil yang berkualitas tinggi.

e. Teknologi

Penggunaan teknologi dapat menciptakan rekayasa perlakuan terhadap tanaman dan dapat mencapai tingkat efisiensi yang tinggi.

f. Tenaga Kerja

Yang dimaksud tenaga kerja dalam hal ini adalah petani. Petani merupakan faktor penting dan perlu diperhitungkan dalam proses produksi komoditas pertanian. Tenaga kerja harus mempunyai kualitas berfikir yang maju seperti petani yang mampu mengadopsi inovasiinovasi baru, terutama dalam menggunakan teknologi untuk mencapai komoditas yang bagus sehingga nilai jual tinggi.

g. Modal

Dalam proses produksi komoditas pertanian, modal dibagi menjadi dua, yaitu modal tetap (*fixed cost*) dan modal tidak tetap (*variable cost*). Biaya variable adalah jumlah biaya produksi yang berubah menurut tinggi rendahnya jumlah output yang akan dihasilkan. Biaya variable pada pertanian jagung adalah pengadaan bibit, pupuk, obat/pestisida, dan tenaga kerja. Sementara biaya tetap adalah biaya yang timbul akibat penggunaan sumber daya tetap dalam proses produksi. Sifat utama biaya tetap adalah jumlahnya tidak berubah walaupun jumlah produksi mengalami perubahan (naik atau turun). Biaya tetap pada pertanian jagung adalah sewa lahan, mesin, dan peralatan pertanian.

h. Indek Pertanaman (IP)

Indek pertanaman adalah cara tanam dan panen jagung dalam satu tahun pada satu lahan yang sama. IP 400 berarti tanam dan panen empat kali dalam satu tahun di satu lahan yang sama. Bertujuan untuk stabilitas produksi beras untuk

ketahanan pangan nasional dengan efisiensi penggunaan lahan sawah, pelestarian produktivitas lahan sawah, pemanfaatan tenaga kerja secara optimal (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2008)

### **2.3 Produktivitas**

Produktivitas adalah kemampuan untuk menghasilkan atau tingkat hasil yang diperoleh seseorang. Balai pengembangan dan penelitian departemen pertanian merumuskan produktivitas jagung yang didapat dari jumlah produksi jagung (Ton) dibagi luas panen (Ha), sehingga produktivitas adalah (Ton/Ha).

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas jagung pada penelitian ini adalah:

#### **a. Pupuk Organik**

Untuk meningkatkan produktivitas jagung organik, penggunaan pupuk menjadi salah satu hal yang penting. Dosis dan pemupukan jagung organik yang tepat dapat memberikan hasil maksimal. Terdapat beberapa pendapat mengenai pemberian pupuk organik. Pemanfaatan pupuk organik pada budidaya jagung (Hosang, 2004) dapat diuraikan sebagai berikut:

- Kebutuhan Per ha. Pupuk Organik : 10 ton / ha
- Waktu Aplikasi : Awal Tanam
- Cara Aplikasi : Ditabur pada sekitar pohon jagung
- Perkiraan Produksi setelah tanam : 4,160 ton/ha

#### **b. Irigasi**

Salah satu upaya peningkatan produktivitas guna mendukung program pengembangan agribisnis jagung adalah penyediaan air yang cukup untuk pertumbuhan tanaman (Ditjen Tanaman Pangan 2005). Hal ini didasarkan atas kenyataan bahwa hampir 79% areal pertanaman jagung di Indonesia terdapat di lahan kering, dan sisanya 11% dan 10% masing-masing pada lahan sawah beririgasi dan lahan sawah tadah hujan (Mink,et,al. 1987). Data tahun 2002 menunjukkan adanya peningkatan luas penggunaan lahan untuk tanaman

jagung menjadi 10-15% pada lahan sawah irigasi dan 20- 30% pada lahan sawah tadah hujan (Aqil, Firmansyah, & Akil, 2007).

Saat ini usahatani jagung di beberapa tempat di wilayah Jawa Timur yang dilaksanakan di lahan sawah hanya mengandalkan lengas tanah yang masih tersisa setelah tanam padi pada musim kemarau I dan sebagian kecil petani ada yang memanfaatkan pompa kecil ukuran 2,5 inch – 3 inch (Prabowo, Arif, Sutiarso, & Purwanta, 2014). Sedangkan usahatani jagung di lahan kering umumnya memanfaatkan air tanah melalui teknologi pompa dengan ukuran yang sama pada lahan sawah. Namun demikian teknologi irigasi yang diadopsi oleh petani tersebut tidak didukung oleh pembentukan kelembagaan untuk mengatur pengelolaannya, aksesibilitas pembiayaan dan belum adanya kebijakan pemerintah yang jelas untuk pengembangan dan pengelolaan sistem irigasi untuk tanaman jagung. Petani berusaha secara mandiri untuk keberlanjutan sarana irigasi mereka yang menyisihkan dari pendapatan usahatannya untuk kebutuhan bahan bakar dan perawatan. Sehingga permasalahan yang dihadapi di beberapa wilayah di Jawa Timur adalah sistem irigasi tanaman jagung yang ada belum mampu mendukung peningkatan produksi jagung. Peningkatan produksi merupakan salah satu indikator untuk mengukur keberhasilan pengembangan sistem irigasi sebagai suatu proses pengelolaan pada subsistem pertanian beririgasi.

c. Bibit Unggul

Salah satu upaya untuk meningkatkan suatu produksi tanaman jagung adalah pemilihan bibit unggul, bibit memiliki peranan yang sangat penting. Beberapa jenis bibit jagung unggul di Indonesia yang dikeluarkan Badan Penelitian Sereal Pertanian dan Kementerian Pertanian (2009-2016) ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut:

**Tabel 2. 1 Bibit Jagung di Indonesia dan Keunggulannya (2009-2016)**

<b>No</b>	<b>Bibit Jagung</b>	<b>Keunggulan</b>	<b>Tahun Dikeluarkan</b>
1	Talango	Keunggulan umur tanaman 75 hst, potensi hasil 3,9 ton/ha pipilan kering.	Tahun 2009
2	Bisi 222	Umur tanaman 100 hari, potensi hasil 12,88 ton/ha pipilan kering, tahan terhadap penyakit bulai, penyakit hawar daun, dan penyakit karat daun. Adaptasi luas, anjuran jarak tanam 75 cm x 20 cm.	Tahun 2009
3	Bisi 816	Umur tanaman 101 hari di dataran rendah, 131 hari di dataran tinggi. Potensi hasil 13,65 t/ha pipilan kering. Tahan terhadap penyakit bulai, penyakit karat daun, dan agak tahan terhadap penyakit hawar daun. Baik ditanam didataran rendah dan teruji s/d 700 m dpl, daerah pengembangan didaerah endemik penyakit bulai.	Tahun 2009
4	Bisi 818	Umur tanaman 102 hari didataran rendah dan 135 hari didataran tinggi. Potensi hasil 13,97 t/ha pipilan kering. Toleran terhadap penyakit bulai, tahan penyakit karat daun, agak tahan terhadap penyakit hawar daun. Lebih baik didataran rendah dan teruji sampai ketinggian 700 m dpl.	Tahun 2009
5	DMI 1	Umur tanaman 114 hari. Potensi hasil 12,5 ton/ha pipilan kering. Rentan terhadap penyakit bulai, toleran penyakit karat daun dan bercak daun.	Tahun 2009
6	DMI 2	Umur tanaman 112 hari. Potensi hasil 12,4 ton/ha pipilan kering. Rentan terhadap penyakit bulai, toleran terhadap penyakit karat daun dan bercak daun.	Tahun 2009
7	DMI 3	Umur tanaman 112 hari, potensi hasil 11,9 ton/ha pipilan kering. Rentan terhadap penyakit bulai, toleran terhadap penyakit karat daun dan bercak daun.	Tahun 2009
8	Guluk – Guluk	Umur tanaman 75 hst, potensi hasil 11,9 ton/ha pipilan kering, rentan terhadap penyakit bulai, toleran terhadap penyakit karat daun dan bercak daun.	Tahun 2009
9	Makmur 4	Umur tanaman 79 hari, potensi hasil 10,9 ton/ha pipilan kering, tahan terhadap penyakit bulai, penyakit hawar daun dan karat daun.	Tahun 2009
10	Manding	Umur tanaman 65 hst, potensi hasil 2,9 ton/ha pipilan kering, mampu ditanam rapat 60 cm X 20 cm, dua tanaman/lubang.	Tahun 2009
11	Motoro Kiki	Umur tanaman 70-80 hst, potensi hasil 3 ton/ha pipilan kring. Tahan terhadap penyakit bulai dan karat daun. Baik ditanam didataran rendah dan dataran tinggi (50-1.000 m dpl)	Tahun 2009
12	Pertiwi 1	Umur tanaman 100 hari, potensi hasil 12,8 ton/ha pipilan kering, tahan terhadap penyakit bulai, penyakit hawar daun dan penyakit karat daun. Adaptasi luas, anjuran jarak tanam 75 cm x 20 cm.	Tahun 2009

13	Pertiwi 2	Umur tanaman 101 hari, potensi hasil 13,66 ton/ha pipilan kering, tahan terhadap penyakit bulai, penyakit hawar daun dan karat daun, beradaptasi luas, anjuran jarak tanam 75 cm X 20 cm, 1 tanaman/lubang.	Tahun 2009
14	Pertiwi 3	Umur tanaman 103 hari, potensi hasil 13, 74 ton/ha pipilan kering, tahan terhadap penyakit bulai, penyakit hawar daun dan karat daun. Adaptasi luas, anjuran jarak tanam 75 cm X 20 cm, 1 tanaman/lubang.	Tahun 2009
15	Bima 7	Umur genjah, 50% keluar rambut: $\pm 49$ hari, masak fisiologis: $\pm 89$ hari, rata-rata hasil: $\pm 10,0$ t/ha pipilan kering. Potensi hasil $\pm 12,1$ t/ha. Memiliki ketahanan agak toleran terhadap penyakit bulai, toleran terhadap penyakit karat daun dan bercak daun, bobot untuk 1000 biji $\pm 316$ t/ha.	Tahun 2010
16	Bima 9	Umur tanaman 57-95 hari. Potensi hasil $\pm 13,4$ t/ha pipilan kering. Toleran terhadap penyakit bulai, agak toleran terhadap penyakit karat daun dan bercak daun.	Tahun 2010
17	Bima 10	Umur tanaman 55-100 hst. Perakaran sangat baik, Potensi hasil $\pm 13,1$ ha/ton pipilan kering, agak tahan penyakit bulai, tahan penyakit karat dan bercak daun.	Tahun 2010
18	Bima 11	Umur 59-94 hst, perakaran kuat, potensi hasil $\pm 13,2$ t/ha pipilan kering. Sangat peka terhadap penyakit bulai, agak toleran penyakit karat daun dan bercak daun.	Tahun 2010
19	Provit A1	Umur tanaman 96 hst, baris biji lurus dan rapat, tinggi tanaman 192 cm, potensi hasil 7,4 t/ha pipilan kering. Sangat peka terhadap penyakit bulai, tahan rebah. Baik ditanam didataran rendah sampai 800m.	Tahun 2011
20	Provit A2	Umur tanaman 98 hst, tinggi tanaman 198 cm, potensi hasil 8,8 t/ha pipilan kering. Peka terhadap penyakit bulai, tahan rebah, baik ditanam didataran rendah.	Tahun 2011
21	Bima 16	Umur tanaman $\pm 99$ hst, tinggi tanaman $\pm 220$ cm. Potensi hasil 12,4 t/ha pipilan kering kadar air 15%. Tahan terhadap penyakit bulai, toleran terhadap penyakit karat daun, dan penyakit bercak daun.	Tahun 2012
22	Pulut Uri 1 (Jagung Komposit Bersari Besar)	Batangnya besar dan kokoh, warna batang hijau, umur berbunga 50 hst, Umur panen 85 hst, tinggi tanaman 177 cm, biji berwarna putih, jumlah baris/tongkol 14-16 baris, baris antar biji agak lurus dan rapat, tipe biji dent dengan bobot 1000 biji 356 gr, rata-rata hasil 7,8 t/ha - 9,4 t/ha, tahan terhadap penyakit bulai.	Tahun 2013
23	Pulut Uri 2 (Komposit Bersari Besar)	Batangnya besar dan kokoh, umur berbunga 50 hst, umur panen 85 hst, biji berwarna putih, jumlah baris/tongkol 14-16 baris, baris antar biji agak lurus dan rapat, tipe biji flint dengan bobot 1000 biji mencapai 347 gr, rata-rata hasil 7,3 t/ha – 9,2 t/ha, tahan terhadap penyakit bulai.	Tahun 2013
24	Bima 17 (Jagung Hibrida)	Batangnya tegak, kuat dan tahan rebah, tipe biji semi mutiara dengan warna kuning orange, jumlah baris/tongkol 14-16 baris dengan bobot 1000 biji 325 gr, rata-rata hasil panen 11,8 t/ha-13,6 t/ha, tahan terhadap penyakit bulai, toleran penyakit karat, penyakit bercak daun.	Tahun 2013



25	Bima 18 (Hibrida)	Batangnya tegak, kuat dan tahan rebah, tipe biji semi mutiara dengan warna kuning orange, jumlah baris/tongkol 14-16 baris dengan bobot 1000 biji 325 gr, kandungan protein 15,7%, lemak 11,2%, tahan terhadap penyakit bulai, toleran penyakit karat, penyakit bercak daun. Dapat beradaptasi baik pada lingkungan yang sub optimal (marginal)	Tahun 2013
26	Bima 19 – Uri (STJ107) (Hibrida)	Umur panen 102 hst, tipe biji semi mutiara yang berwarna kuning orange, baris antar biji lurus dan rapat, jumlah baris/tongkol 14-16 baris. Tahan terhadap penyakit bulai, penyakit karat daun, dan penyakit hawar daun, memiliki potensi hasil tinggi, toleran kekeringan, tahan rebah akar dan batang dan dianjurkan tanam pada musim kemarau dilahan sawah/ lahan kering.	Tahun 2013
27	Bima 20 – Uri (STJ109)	Tipe bijinya semi mutiara dengan warna kuning orange, sistem perakarannya kuat. Tahan terhadap penyakit bulai, penyakit karat daun, penyakit hawar daun, memiliki potensi hasil tinggi, sesuai dikembangkan pada lahan kering dimusim kemarau, tahan rebah akar dan batang, hasilnya stabil pada lingkungan yang luas.	Tahun 2013
28	HJ 21 Agritan (Hibrida)	Umur tanaman $\pm 82$ hari hst dengan potensi hasil 12,2 t/ha, rata-rata hasil $\pm 11,4$ t/ha, tahan penyakit bulai, penyakit hawar daun, dan karat daun, stay green, umur genjah, adaptif pada lahan ketinggian 5-650 m dpl.	Tahun 2014
29	HJ 22 Agritan (Hibrida)	Umur tanaman $\pm 80$ hst dengan potensi hasil 12,1 ton/ha, rata-rata hasil $\pm 10,9$ ton/ha. Tahan terhadap penyakit bulai, hawar daun, dan karat daun. Stay green, umur genjah, adaptif pada lahan ketinggian 5-650 m dpl.	Tahun 2014
30	Pulut Uri 3 H (Hibrida)	Umur tanaman $\pm 85-88$ hst dengan potensi hasil 10,68 t/ha, rata-rata hasil $\pm 8,57$ t/ha. Tahan terhadap hama dan penyakit: agak sampai tahan terhadap penyakit penyakit bulai, tahan terhadap penyakit hawar daun,. Kadar amilosa tinggi, umur genjah, adaptif pada lahan subur dengan ketinggian 5-650 m dpl.	Tahun 2014
31	JH 36	Keunggulan varietas JH 36 antara lain berumur genjah (89 HST), biji tipe mutiara, warna biji oranye, jumlah baris biji 12-16, tahan rebah akar dan batang. Memiliki sifat tahan terhadap penyakit bulai (Peronosclerospora maydis), karat daun (Puccinia sorghi), dan hawar daun (Helminthosporium maydis). Potensi hasil 12,2 ton/ha pipilan kering pada kadar air 15% dengan rata-rata hasil $\pm 10,6$ ton/ha pipilan kering pada kadar air 15%. Kandungan lemak 5,02%, protein 7,97%, dan karbohidrat 74,71%.	Tahun 2016
32	JH 45	Potensi hasil tinggi, tahan rebah akar dan batang dan beradaptasi luas di dataran rendah, umur 99 hari potensi hasil 12,6 t/ha. Varietas JH 45 memiliki keunggulan kandungan lemak 5,06%, protein 9,92%, dan karbohidrat 73,86%. Keunggulan lain tahan terhadap penyakit bulai (Peronosclerospora maydis), karat daun (Puccinia sorghi), dan hawar daun dataran rendah (Helminthosporium maydis).	Tahun 2016

Sumber : Kementerian Pertanian (2017)

## **2.4 Ketahanan Pangan**

Fokus dari ketahanan pangan adalah peningkatan ketersediaan pangan, pemantapan distribusi pangan, percepatan penganeekaragaman pangan, dan pengawasan keamanan pangan segar. Di sisi lain, pembangunan ketahanan pangan dilaksanakan sebagai upaya untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan penurunan kemiskinan sebagai perwujudan pembangunan sosial, budaya, dan ekonomi sebagai bagian pembangunan secara keseluruhan.

Dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan yang kuat dan berkesinambungan, berdasarkan Undang-Undang Pangan Nomor 18 tahun 2012 tentang pangan, maka implementasi pembangunan ketahanan pangan dilaksanakan dengan memperhatikan 3 (tiga) komponen utama yang harus dipenuhi, yaitu: (1) Ketersediaan pangan yang cukup dan merata; (2) Keterjangkauan pangan yang efektif dan efisien; serta (3) Konsumsi pangan yang beragam dan bergizi seimbang. Ketiga komponen tersebut dapat diwujudkan sampai tingkat rumah tangga, apabila: (1) Memanfaatkan potensi sumberdaya lokal yang beragam untuk peningkatan ketersediaan pangan; (2) Melaksanakan diversifikasi pangan untuk mendorong konsumsi pangan masyarakat yang beragam, bergizi seimbang, dan aman; (3) Menjamin pasokan pangan ke seluruh wilayah dan terjangkau oleh masyarakat; (4) Memanfaatkan pasar pangan internasional secara bijaksana bagi pemenuhan konsumen yang beragam; serta (5) Memberikan jaminan bagi masyarakat miskin di perkotaan dan perdesaan dalam mengakses pangan yang bersifat pokok (Badan Ketahanan Pangan, 2017).

Indeks ketahanan pangan (IKP) disusun dari tiga dimensi yaitu ketersediaan pangan, keterjangkauan/akses pangan, dan pemanfaatan pangan. Dimensi ketersediaan pangan hanya diwakili oleh aspek kecukupan pangan. Dimensi keterjangkauan/akses pangan diwakili aspek keterjangkauan fisik, ekonomi, dan sosial. Sementara untuk dimensi pemanfaatan pangan diwakili oleh dua aspek, yaitu aspek kecukupan asupan serta aspek kualitas air.

## 2.5 Jagung Organik

Menurut (Roth, 2010), tanaman organik adalah proses tanaman yang dimulai dari pengolahan lahan, masa sebelum tanam, masa tanam, masa pemeliharaan dan masa sebelum panen dilakukan dengan unsur organik tanpa melalui cara konvensional dengan memberikan campuran pupuk kimia maupun bahan kimia lainnya.

Jagung organik merupakan jagung yang ditanam dan diolah dengan cara organik dan memiliki tingkat adaptasi yang baik. Produksi jagung organik memiliki beberapa tantangan: mempertahankan rotasi tanaman yang beragam, mengembangkan rencana kesuburan dengan biaya rendah, seimbang, berkelanjutan, dan cara untuk pengendalian gulma ataupun hama lainnya Jagung organik akan sedikit sulit dikelola saat pindah ke areal yang lebih luas, karena hal ini dapat membuat lebih sulit untuk menangani rotasi, kesuburan dan masalah pengendalian gulma mekanis. Jagung organik dapat dipasarkan baik pada petani ke petani atau dijual ke pabrik pakan yang mengkhususkan pada butiran organik. Harga jagung organik bisa berkisar 1,5 sampai 2 kali lipat harga jagung konvensional.

Bahan organik merupakan sumber hara baik unsur nitrogen, fosfor, kalium dan unsur mikro lainnya. Berdasarkan tabel 2.2 dibawah ini dapat dilihat bahwa limbah peternakan memiliki kandungan nitrogen 0,52 – 2,48 %, Fosfat 0,93 – 6,39 %, Kalium 1,00 - 2,81 % dan beberapa unsur lainnya.

**Tabel 2. 2 Kandungan Limbah Organik**

No.	Jenis unsure	Kandungan
1.	PH (H <sub>2</sub> O)	7,60 - 8,00
2.	N	0,52 - 2,48 %
3.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,93 - 6,39 %
4.	K	1,00 - 2,81 %
5.	Ca	2,10 - 9,66 %
6.	Mg	0,76 - 1,09 %
7.	Na	0,10 - 0,61 %
8.	SO <sub>4</sub>	0,70 - 2,22 %
9.	Mn	212 - 888 ppm
10.	Fe	5347 - 36009 ppm
11.	Cu	22 - 460 ppm
12.	Zn	58 - 251 ppm

Sumber : Abdoellah dan Nurkholis dalam Soetanto Abdoellah 1996.

Senyawa yang terjadi dalam proses pelapukan bahan organik dapat meningkatkan kelarutan mineral sehingga dapat menjadi tersedia bagi tanaman. Selain itu limbah peternakan dapat memperbaiki kemampuan tanah untuk menyimpan air, meningkatkan infiltrasi air dan memperbaiki drainase serta memperbaiki aerasi tanah. Tanah yang kaya bahan organik memiliki porositas yang tinggi. Dengan demikian tanah yang memiliki bahan organik tinggi memiliki struktur tanah yang lebih sesuai bagi pertumbuhan tanaman yang diusahakan (Seran, 2015).

Dan selanjutnya dikatakan bahwa unsur karbon yang terdapat dalam bahan organik merupakan substrat bagi mikroorganisme tanah sehingga semakin tinggi kandungan bahan organik, populasi mikroorganisme pun semakin tinggi. Dengan demikian kegiatan mikroorganisme tanah cenderung meningkat yang secara tidak langsung akan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

### **2.5.1 Aplikasi Sumber Hara Organik Pada Budidaya Jagung**

Keterbatasan sumber daya pupuk kimia di daerah pedesaan dibarengi harga pupuk yang semakin mahal menyebabkan upaya alternatif untuk menyiapkan pupuk secara organik. Aplikasi pupuk organik pada sistem budidaya tanaman jagung merupakan penerapan konsep LEISA (*Low Eksternal Input on Sustainable Agriculture*) dalam mendukung pertanian yang berkelanjutan. Pupuk organik ini merupakan pengelolaan sumberdaya limbah peternakan untuk meningkatkan kualitas sumberdaya lahan pertanian. Jika dibandingkan dengan sumberdaya pupuk anorganik maka sumberdaya pupuk organik yang berasal dari limbah peternakan memiliki beberapa keunggulan terutama dalam meningkatkan kualitas lahan pertanian untuk menghasilkan bahan pangan yang bebas dari zat beracun dan menyiapkan sumberdaya lahan pertanian cukup subur bagi generasi yang akan datang. Pemanfaatan hara organik pada budidaya jagung dapat diuraikan pada Tabel 2.3 berikut:

**Tabel 2. 3 Pemanfaatan hara organik pada budidaya jagung**

<b>Uraian</b>	<b>Hara Organik</b>
Kebutuhan Per ha. Pupuk Organik	10 ton / ha

Waktu Aplikasi	Awal Tanam
Cara Aplikasi	Ditabur pada pohon jagung
Respon tanaman :	
Tinggi Tongkol	69.98
Tinggi Tanaman	193.33
Produksi Tanaman	4,160 ton / ha
Biaya Produksi / ha	1.500.000 / 2.500.000

Sumber: (Hosang, 2004)

Dari Tabel 2.2 diatas dapat dilihat bahwa biaya pengadaan pupuk organik sangat mahal namun biaya tersebut hanya diperhitungkan sebagai biaya dalam proses produksi dan kenyataannya petani tidak mengeluarkan uang tunai untuk mengadakannya karena pupuk tersebut dapat disediakan dari limbah peternakan yang dihasilkan oleh petani sendiri dari dalam sistem usahatannya. Dengan demikian petani dapat melakukan penghematan untuk membeli pupuk organik. Sebaliknya pada sistem pertanian konvensional yang menggunakan pupuk anorganik atau pupuk kimia melakukan pengeluaran uang tunai untuk menyiapkan pupuk anorganik yang tidak dapat dihasilkan sendiri dari sistem usahatani.

Respon tanaman terhadap pupuk organik memberikan pertumbuhan yang normal maupun memberikan hasil produksi normal jika dibandingkan dengan penggunaan pupuk kimia. Produksi jagung organik dengan memanfaatkan sumber daya limbah peternakan sebagai pupuk mampu menghasilkan produksi jagung pipilan sebesar 4,160 ton/ha. Sedangkan produksi jagung pada system usahatani konvensional mampu menghasilkan 4,8 ton/ha, (Hosang, 2004).

### **2.5.2 Dampak Penerapan Pertanian Organik Terhadap Pengelolaan Sumber Daya Lahan**

Dampak ikutan dari pengelolaan sumberdaya dengan menerapkan sumber daya limbah peternakan sebagai hara organik dalam sistem pertanian yakni bahwa pada sistem pertanian organik dalam jangka panjang, penggunaan pupuk organik mampu

menjaga kestabilan kesuburan tanah secara alamiah, kestabilan ekonomi, serta menghasilkan produk yang bermutu dan bebas dari bahan beracun (Higa, 1993). (Sutanto, 2002) mengemukakan bahwa pemberian bahan organik yang kaya nitrogen diaplikasikan bagi sistem usahatani untuk menghindari pengaruh negatif terhadap kualitas tanaman dan kondisi lingkungan. Dan sebaliknya sistem usahatani konvensional dalam jangka panjang sulit untuk menciptakan kesuburan secara alamiah.

Pengaplikasian pupuk organik secara periodik pada sistem usahatani maka secara periodik pula sumberdaya lahan ditingkatkan kualitasnya. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak mikroorganisme yang bekerja untuk menguraikan bahan-bahan organik dalam tanah bahkan dapat mencegah terjadi bakteri patogen yang dapat menyerang tanaman yang diusahakan (Higa, 1993).

Pengelolaan sumberdaya limbah peternakan sebagai sumber hara organik dan diterapkan dalam sistem pertanian tersebut memiliki peluang untuk tetap menjaga kestabilan ekonomi petani dalam jangka panjang. Hal ini dapat disimak bahwa secara ekonomi petani tidak mengeluarkan uang tunai secara rutin untuk menyiapkan sumberdaya tersebut. Dengan demikian penerapan sistem pertanian organik yang mengandalkan sumber hara dari limbah peternakan mampu menciptakan kualitas sumberdaya lahan dan lingkungan yang produktif dan efisien serta bersifat berkelanjutan sehingga upaya untuk menghasilkan bahan pangan pada saat ini tidak mempengaruhi upaya generasi mendatang dalam menghasilkan bahan pangan yang bermutu dari sumberdaya lahan yang sama.

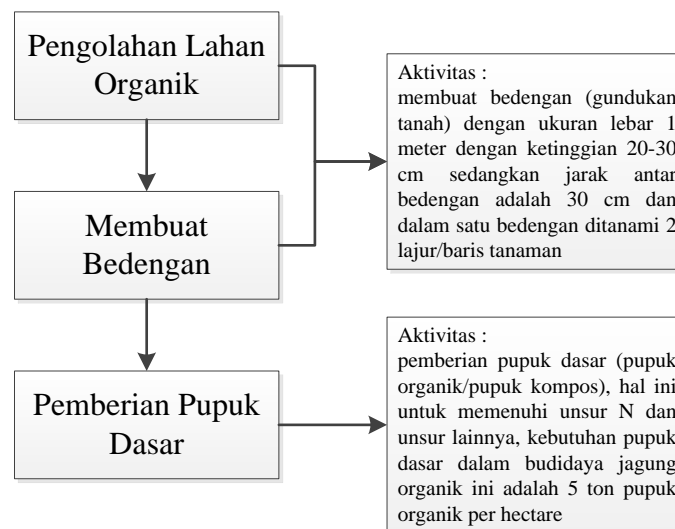
## **2.6 *On-farm level* Jagung Organik**

Dalam *on-farm level* jagung organik berbeda dengan jagung konvensional. (Roth, 2010), menjelaskan bahwa terdapat beberapa tahapan dalam *on-farm level* jagung organik. Tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut.

### **2.6.1 Pra Tanam Jagung Organik**

Jagung organik merupakan jagung yang ditanam dan diolah dengan cara organik dan memiliki tingkat adaptasi yang baik. Jagung organik dapat ditanam di

dataran tinggi, sedang ataupun dataran rendah. Untuk dataran tinggi ketinggian 1.800 mdpl hingga 3,000 mdpl. Tanaman jagung organik bisa tumbuh diatas tanah dengan tingkat keasaman 5-8 ph. Hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan budidaya jagung organik adalah tanaman jagung organik tidak akan maksimal apabila kebutuhan hara tidak tercukupi. Tanaman ini memerlukan unsur nitrogen (N) dalam jumlah besar. Dengan pemberian pupuk harus memperhatikan keseimbangan antara nitrogen, kalium (K) dan pospat (P).



**Gambar 2. 1 Proses Pra Tanam Jagung Organik**

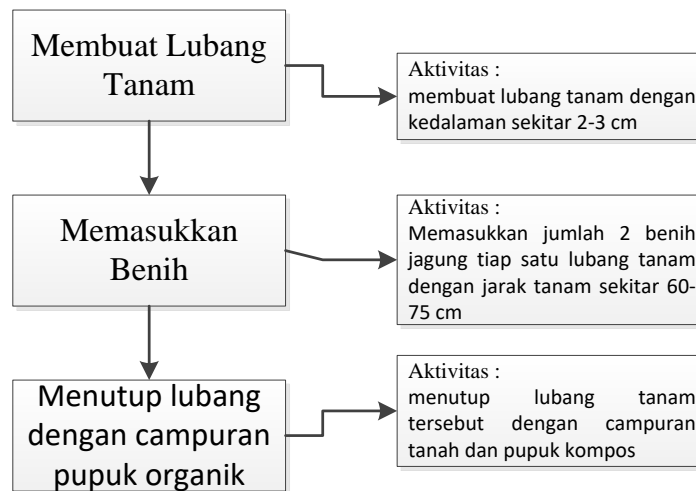
Menurut (Roth, 2010), sebelum masa tanam, hal yang perlu diperhatikan adalah pengolahan lahan organik. Pertama, seperti halnya semua tanaman bersertifikat organik, lahan tersebut harus ditanami sesuai dengan standar. Harus ada periode tiga tahun sejak bahan terlarang terakhir diaplikasikan ke tanah sampai saat itu bisa disertifikasi sebagai organik. Hal ini berarti bahwa selama masa transisi ini tanaman harus dikelola secara organik. Masa transisi tiga tahun ini harus dipandang sebagai masa pelatihan bagi petani sekaligus masa transisi untuk tanah. Proses ini dapat dilakukan di lapangan berdasarkan ladang atau tanaman berdasarkan hasil panen, memerlukan waktu beberapa tahun untuk memutar bagian atau keseluruhan pertanian menjadi produksi organik. Meskipun proses ini memerlukan pengelolaan ekstra, ada beberapa strategi transisi yang dapat meminimalkan banyak masalah yang dirasakan.

Dalam banyak kasus, panen jerami dan biji-bijian kecil dapat tumbuh dengan risiko minimal tanpa menggunakan bahan kimia.

Budidaya bisa dilakukan dilahan kebun ataupun sawah, dengan catatan lahan sawah yang tidak tergenang dengan air. Tahapan pengolahan lahan yang pertama adalah membuat bedengan (gundukan tanah) dengan ukuran lebar 1 meter dengan ketinggian 20-30 cm sedangkan jarak antar bedengan adalah 30 cm dan dalam satu bedengan ditanami 2 lajur/baris tanaman. Bedengan ini berfungsi sebagai drainase air. Selanjutnya pemberian pupuk dasar, pupuk yang diberikan adalah pupuk organik/pupuk kompos, hal ini untuk memenuhi unsur N dan unsur lainnya, kebutuhan pupuk dasar dalam budidaya jagung manis ini adalah 5 ton pupuk organik per hektar (Roth, 2010).

### 2.6.2 Masa Tanam & Pemeliharaan Jagung Organik

Menurut (Aqil et al., 2007), penanaman jagung organik paling baik dilakukan pada awal musim penghujan dengan tujuan untuk meminimalkan jumlah pengairan sebelum tanam, namun penanaman pada waktu musim kemarau tidak menjadi masalah yang penting adalah jumlah pengairannya cukup untuk proses penanaman jagung organik.



**Gambar 2. 2 Proses Tanam Jagung Organik**

Sebelum menanam jagung, langkah pertama adalah dengan membuat lubang tanam dengan kedalaman sekitar 2-3 cm, dengan jumlah 2 benih jagung tiap satu lubang



tanam. Langkah selanjutnya menutup lubang tanam tersebut dengan campuran tanah dan pupuk kompos. (Aqil et al., 2007) juga menjelaskan bahwa jumlah kebutuhan benih dalam 1 hektar yaitu sekitar 8 kg. Jarak tanam yang ideal untuk budidaya jagung organik pada kisaran 60-75 cm. Budidaya jagung organik dapat dikatakan berhasil apabila jumlah populasi tanaman jagung organik sekitar 34 ribu sampai 37 ribu tanaman per hektarnya.

Dalam masa pemeliharaan jagung organik, hal yang perlu diperhatikan dalam tahapan pemeliharaan ini adalah seperti yang tertera pada gambar berikut:



**Gambar 2. 3 Proses Pemeliharaan Jagung Organik**

- Melakukan penyiangan 2 minggu sekali untuk menghilangkan gulma ataupun rumput liar yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman jagung.
- Melakukan proses pembumbunan yaitu proses untuk memperkokoh batang jagung supaya tidak mudah roboh dan menjaga kondisi akar jagung agar tetap sepenuhnya ditutupi oleh tanah.
- Selanjutnya adalah proses penjarangan, yaitu proses penyortiran tanaman jagung yang tidak bisa tumbuh dengan baik serta harus dilakukan pemotongan

atau pencabutan. Kemudian lubang tanam yang telah kosong segera dilakukan penyulaman agar bisa tumbuh secara normal dan serentak.

- Melakukan pengendalian hama dan penyakit tanaman, yaitu dengan proses penyemprotan dan pembasmian tanaman jagung yang sudah terinfeksi penyakit. Semuanya itu tergantung pada jenis hama atau penyakit yang menyerang.

### **2.6.3 Pra Panen Jagung Organik**

Saat panen, jagung organik harus dibersihkan dan bebas dari kontaminasi dengan jagung konvensional. Praktek panen umumnya mirip dengan jagung konvensional. Jagung organik harus dipisahkan dari jagung konvensional di pertanian. Praktek penyimpanan jagung juga sama dengan jagung konvensional.

Masa panen jagung pada umumnya dilakukan apabila tanaman mencapai usia 85-95 hari atau bisa tergantung kepada kebutuhan untuk sayuran seperti (baby corn atau janten) bisa di rebus atau dibakar hingga untuk di ambil bijinya. Cara panen jagung yaitu dengan memutar tongkol jagung organik untuk dipisahkan buah jagung dari tangkainya.

Jagung organik dapat dipasarkan baik pada petani ke petani atau dijual ke pabrik pakan yang mengkhususkan pada butiran organik. Harga jagung organik bisa berkisar 1,5 sampai 2 kali lipat harga jagung konvensional (Roth, 2010).

### **2.7 Manajemen Rantai Pasok**

Manajemen rantai pasok (supply chain management) adalah integrasi proses bisnis utama dari pengguna akhir melalui pemasok yang menyediakan produk, layanan dan informasi yang memberi nilai tambah bagi pelanggan dan pemangku kepentingan lainnya (Lambert & Cooper, 2000). Dalam manajemen rantai pasok, interaksi antara pembeli dan pemasok pada setiap mata rantai mulai dari manufaktur ke pemasok, distributor ke manufaktur, retailer ke distributor, dan konsumen akhir ke retailer, memberikan pengaruh yang penting pada kegiatan dalam proses rantai pasok. Dengan

hubungan yang baik, akan dihasilkan pula pelayanan yang baik bagi konsumen akhir, dan dapat meningkatkan nilai keuntungan bagi perusahaan.

Perlunya koordinasi dan kolaborasi antar perusahaan pada rantai pasok karena perusahaan-perusahaan yang berada pada suatu rantai pasok pada intinya ingin memuaskan konsumen akhir yang sama. Perusahaan-perusahaan tersebut harus bekerjasama untuk membuat produk yang murah, mengirimkannya tepat waktu, dan dengan mutu yang bagus. Dalam pengelolaan rantai pasok terdapat tantangan-tantangan yakni kompleksitas struktur rantai pasok dan terdapatnya ketidakpastiannya.

Kompleksitas manajemen rantai pasok terjadi karena melibatkan banyak pihak di dalam maupun di luar perusahaan, pihak-pihak tersebut biasanya memiliki kepentingan yang berbeda-beda, sehingga tidak jarang terdapat konflik antara satu dengan yang lainnya. Ketidakpastian yang pertama adalah ketidakpastian permintaan, biasanya dari arah distributor atau retailer atau konsumen akhir.

Ketidakpastian kedua adalah dari arah supplier, berupa lead time pengiriman bahan baku yang tidak pasti, ketidakpastian harga, demikian pula jumlah dan mutu bahan baku. Ketidakpastian lainnya adalah dari dalam manufaktur seperti kerusakan mesin, tidak hadirnya tenaga kerja, mutu produk yang tidak pasti. Tantangan-tantangan yang terjadi dalam rantai pasok seperti yang diuraikan tersebut perlu diminimalisir agar kegiatan-kegiatan sepanjang rantai pasok dalam berlangsung dengan baik untuk dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen akhir yaitu kepuasan konsumen. Dari ketidakpastian tersebut, proses rantai pasok membutuhkan aliran informasi yang berkesinambungan untuk menghasilkan produk yang baik pada saat yang tepat sesuai dengan kebutuhan konsumen.

## **2.8 Konsep Dasar Sistem Simulasi**

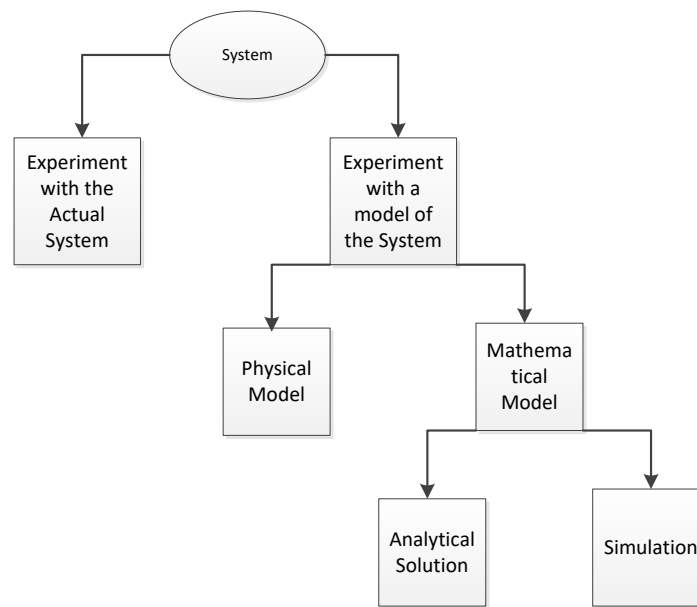
### **2.8.1 Sistem**

Sistem adalah sebagai kumpulan entitas, misalnya, orang atau mesin, yang bertindak dan berinteraksi bersama menuju pencapaian beberapa hal yang logis (Schmidt & Taylor, 1970). Dalam prakteknya, sistem tergantung pada tujuan sebuah

studi tertentu. Kumpulan entitas yang menyusun sebuah sistem untuk satu studi mungkin hanya merupakan subset dari keseluruhan sistem untuk sistem lainnya. Contoh, jika seseorang ingin mempelajari bank untuk menentukan jumlah teller yang dibutuhkan untuk memberikan layanan yang memadai bagi pelanggan yang hanya ingin mencairkan cek atau melakukan penghematan, sistem dapat didefinisikan sebagai bagian dari bank yang terdiri dari teller dan pelanggan mengantri atau dilayani. Jika, di sisi lain, petugas pinjaman dan kotak brankas harus disertakan, definisi sistem harus diperluas dengan cara yang jelas.

(Law & Kelton, 2000) mengkategorikan sistem menjadi dua jenis yaitu sistem diskrit (discrete) dan sistem kontinyu (continuous). Sistem diskrit adalah satu dimana variabel keadaan berubah seketika pada titik-titik terpisah pada waktunya. Sistem kontinyu adalah satu dimana variabel keadaan berubah secara terus menerus berkenaan dengan waktu. Beberapa sistem dalam praktiknya sepenuhnya diskrit atau sepenuhnya kontinyu, namun karena satu jenis perubahan mendominasi sebagian besar sistem, biasanya dimungkinkan untuk mengklasifikasikan suatu sistem sebagai diskrit atau kontinyu.

Pada beberapa titik dalam kehidupan sebagian besar sistem, ada kebutuhan untuk mempelajarinya untuk mencoba mendapatkan beberapa wawasan tentang hubungan di antara berbagai komponen, atau untuk memprediksi kinerja dalam beberapa kondisi baru yang dipertimbangkan. Gambar 2.4 berikut ini memetakan berbagai cara sistem dapat dipelajari (Law & Kelton, 2000).



**Gambar 2. 4 Cara Untuk Belajar Sebuah Sistem**

- **Experiment with the Actual System vs Experiment with a Model of the System:**  
Jika memungkinkan untuk mengubah sistem secara fisik dan kemudian membiarkannya beroperasi di bawah kondisi baru, mungkin diinginkan untuk melakukannya, karena dalam kasus ini tidak ada pertanyaan tentang apakah studi yang kita pelajari itu relevan. Namun, karena eksperimen semacam itu seringkali terlalu mahal atau terlalu mengganggu sistem. Misalnya, bank mungkin mempertimbangkan untuk mengurangi jumlah teller untuk menurunkan biaya, namun sebenarnya mencoba hal ini dapat menyebabkan lama waktu tunggu pelanggan menjadi lama. Contoh situasi ini mungkin fasilitas manufaktur fleksibel modern, atau sistem senjata nuklir strategis. Untuk alasan ini, biasanya diperlukan untuk membangun model sebagai representasi sistem dan mempelajarinya sebagai pengganti sistem yang sebenarnya. Bila menggunakan model, selalu ada pertanyaan apakah secara akurat mencerminkan sistem untuk tujuan keputusan yang akan dibuat; pertanyaan tentang validitas model ini dibahas secara rinci dalam Bab. 5.

- **Physical Model vs. Mathematical Model:** Contoh model fisik (juga disebut model ikonik), dan bukan tipikal jenis model yang biasanya menarik dalam riset operasi dan analisis sistem. Physical Model untuk mempelajari teknik atau sistem manajemen. Namun sebagian besar model yang dibangun untuk tujuan semacam itu bersifat matematis, mewakili sistem dalam hal hubungan logis dan kuantitatif yang kemudian dimanipulasi dan diubah untuk melihat bagaimana model bereaksi, dan dengan demikian bagaimana sistem akan bereaksi. Jika model matematisnya adalah yang valid Mungkin contoh sederhana dari model matematis adalah hubungan yang akrab dengan  $r = rt$ , di mana  $r$  adalah laju perjalanan,  $t$  adalah waktu yang dihabiskan untuk bepergian, dan  $d$  adalah jarak yang ditempuh. Ini mungkin memberikan model yang valid.
- **Analytical Solution vs Simulation:** setelah membangun model matematis, maka harus diperiksa untuk melihat bagaimana hal itu dapat digunakan untuk menjawab pertanyaan yang menarik tentang sistem yang seharusnya diwakili. Jika modelnya cukup sederhana, memungkinkan untuk bekerja dengan hubungan dan kuantitasnya untuk mendapatkan solusi analitis yang tepat. Dalam contoh  $d = rt$ , jika kita mengetahui jarak yang harus ditempuh dan kecepatannya, maka kita bisa bekerja dengan model untuk mendapatkan  $t = d/r$  sebagai waktu yang dibutuhkan. Ini adalah solusi closed-form yang sangat sederhana yang bisa didapat hanya dengan kertas dan pensil, namun beberapa solusi analitis dapat menjadi luar biasa kompleks, membutuhkan sumber daya komputasi yang luas. Namun, banyak sistem sangat kompleks, sehingga model matematis yang valid dari mereka adalah kompleks, sehingga menghalangi kemungkinan solusi analitis. Dalam kasus ini, model harus dipelajari melalui simulasi, yaitu menggunakan model input secara numerik untuk melihat bagaimana dampaknya terhadap ukuran kinerja.

### **2.8.2 Pemodelan**

Terdapat beberapa cara untuk dapat merancang, menganalisis dan mengoperasikan suatu sistem. Salah satunya adalah dengan melakukan pemodelan yaitu membuat

model dari sistem tersebut. Model adalah sebuah rancangan yang sangat berguna untuk menganalisis maupun merancang sebuah sistem. Model juga sebagai alat komunikasi yang sangat efisien, model dapat menunjukkan bagaimana suatu operasi bekerja dan mampu merangsang untuk meningkatkan atau memperbaikinya. Dengan membuat model dari sistem maka diharapkan dapat lebih mudah untuk melakukan analisis. Dalam membuat suatu model harus dimulai dari bentuk yang paling sederhana dengan cara mendefinisikan permasalahan secara detail, selanjutnya digunakan analisis sensitivitas untuk membantu menentukan rincian model. Selanjutnya tahap penyempurnaan 6 dilakukan dengan menambahkan variabel secara gradual, sehingga diperoleh model yang logis dan dapat mempresentasikan keadaan sebenarnya (Kholil, 2005). Menurut Suryani (2006), dalam buku *Pemodelan dan Simulasi*, model merupakan representasi sistem dalam kehidupan nyata yang menjadi fokus perhatian dan menjadi pokok permasalahan. Pemodelan dapat didefinisikan sebagai proses pembentukan model dari sistem tersebut dengan menggunakan bahasa tertentu. Sebuah pemodelan akan diterima jika hasil dari pemodelan tersebut valid. Model dikatakan valid, jika jarak (atau kesalahan) yang diberikan dalam pemodelan antara hasil simulasi dan eksperimen kurang dari nilai kritis yaitu nilai yang telah ditetapkan mula-mula atau nilai yang error (Iswanto, 2012).

### **2.8.3 Simulasi**

Menganalisis proses dalam bentuk model dapat dilakukan dengan menggunakan simulasi komputer. Simulasi merupakan penyelesaian persamaan matematis secara bertahap dari suatu sistem untuk mengetahui perubahan yang terjadi, sehingga dapat dipelajari perilaku sistem tersebut. Metode simulasi mempunyai keunggulan yaitu pada kemampuannya memberikan informasi secara cepat. Beberapa pengertian simulasi menurut para ahli dalam (Suryani, 2006) :

1. Hoover dan Perry (1990) Merupakan sebuah proses perancangan model matematis atau logis dari sistem nyata, melakukan eksperimen terhadap model dengan menggunakan komputer untuk menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi perilaku sistem.

2. Law dan Kelton (1991) Didefinisikan sebagai sekumpulan metode dan aplikasi untuk menirukan atau merepresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata, yang biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu.
3. Khosnevis (1994) Merupakan sebuah proses aplikasi untuk membangun model dari sistem nyata atau usulan sistem, melakukan eksperimen dengan model tersebut untuk menjelaskan perilaku sistem, mempelajari kinerja sistem atau untuk membangun sistem baru sesuai dengan kinerja yang diinginkan.

Simulasi merupakan konsep yang cukup fleksibel untuk dapat mengerjakan masalah yang sulit untuk dipecahkan dengan model matematis. Model simulasi juga efektif jika digunakan untuk sistem yang relatif kompleks. Penggunaan simulasi akan memberikan wawasan yang lebih luas pada pihak manajemen dalam menyelesaikan suatu masalah. Berikut ini kelebihan dari pemanfaatan simulasi sebagai berikut (Suryani, 2006):

- a) Tidak semua sistem dapat direpresentasikan dalam model matematis, simulasi merupakan alternatif yang tepat.
- b) Dapat bereksperimen tanpa adanya resiko pada sistem nyata. Dengan simulasi memungkinkan untuk melakukan percobaan terhadap sistem tanpa harus menanggung risiko terhadap sistem yang berjalan.
- c) Simulasi dapat mengestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan alternatif desain terbaik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
- d) Simulasi dapat memungkinkan untuk melakukan proyeksi jangka panjang dalam waktu relatif singkat.
- e) Dapat menggunakan inputan data yang bervariasi.

Simulasi juga memiliki kekurangan diantaranya sebagai berikut (Suryani, 2006) :

1. Kualitas dan analisis model tergantung pada pembuat model. Tidak immune terhadap GIGO (Garbage In, Garbage Out). Yang berarti apabila kita memasukkan data yang salah, maka kita akan mendapatkan output simulasi yang salah juga.



2. Simulasi hanya mengestimasi karakteristik sistem berdasarkan masukan tertentu.

## **2.9 Sistem Dinamik**

Sistem Dinamik adalah metode untuk meningkatkan pembelajaran dalam sistem yang kompleks (Sterman, 2000). Sistem dinamik difokuskan pada penentuan kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah laku masalah-masalah yang dapat dimodelkan. Metodologi sistem dinamik yang dimodelkan adalah berupa struktur informasi sistem yang didalamnya terdapat sumber informasi dan jaringan aliran informasi yang saling terhubung. Penerapan sistem dinamik ini bisa digunakan dalam berbagai bidang seperti dalam bidang sosial, ekonomi, manajerial atau ekologi yang kompleks. Model sistem dinamik dapat dinyatakan dan dipecahkan secara numerik dalam sebuah bahasa pemrograman. Software atau tools yang dapat digunakan untuk mendukung pembuatan model sistem dinamik seperti Dynamo. Simile, Powersim, Vensim, I-think dan lain-lain.

Permasalahan dalam sistem dinamik merupakan permasalahan yang menggambarkan hubungan umpan balik atau sistem umpan balik. Proses umpan balik dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu (Suryani, 2006).

1. Umpan balik positif

Umpan balik ini menciptakan proses pertumbuhan, dimana suatu kejadian dapat menimbulkan akibat yang akan memperbesar kejadian berikutnya secara terus menerus. Umpan balik ini dapat menyebabkan ketidakstabilan, ketidakseimbangan, serta pertumbuhan yang kontinyu. Contoh: sistem pertumbuhan penduduk.

2. Umpan balik negative

Umpan balik ini berusaha menciptakan keseimbangan dengan memberikan koreksi agar tujuan dapat dicapai. Contoh: sistem pengatur suhu ruangan.

Dalam pemodelan Sistem Dinamik dilakukan proses feedback bersama struktur stock and flow, time delay, dan kenonlinieran yang menentukan alur suatu sistem.

Perilaku yang paling kompleks biasanya timbul dari interaksi (feedback) antara komponen dari suatu sistem, bukan dari kompleksnya komponen tersebut. Namun sistem dinamik dapat menjadi lebih kompleks. Sistem Dinamik menekankan pada banyak loop, banyak kondisi, karakter nonlinear dari feedback system di kehidupan nyata. Menurut (Sterman, 2000), Dynamics Complexity timbul karena sistem bersifat:

1. *Dynamic*, perubahan sistem terjadi pada banyak skala waktu, dan perbedaan skala waktu ini kadang saling berinteraksi.
2. *Tightly coupled*, pelaku dalam sistem berinteraksi kuat dengan yang lainnya dan dunia sekelilingnya. Semuanya terhubung dengan yang lainnya.
3. *Governed by feedback*, karena kaitan erat diantara para pelaku, maka kegiatan di antara mereka saling feedback. · *Nonlinear*, suatu akibat kadang jarang sesuai dengan sebab. Nonlinieritas kadang berasal dari dasar fisik suatu sistem. Nonlinieritas juga timbul ketika berbagai faktor saling berhubungan dalam pengambilan keputusan.
4. *History-dependent*, pengambilan satu jalan sering menghalangi pengambilan yang lain dan menentukan dimana kita berakhir (ketergantungan alur).
5. *Self-organizing, dynamics* suatu sistem timbul secara spontan dari internal strukturnya. Seringkali sedikit gangguan kecil secara acak diperbesar dan dibentuk oleh struktur feedback, membangkitkan pola di dalam ruang dan waktu dan menciptakan ketergantungan alur.
6. *Adaptive*, adaptasi terjadi seperti orang yang belajar dari pengalaman, terutama ketika mereka belajar cara baru untuk mencapai tujuannya sewaktu mereka menghadapi rintangan.
7. *Counterintuitive*, dalam sistem yang kompleks sebab dan akibat jauh dalam ruang dan waktu ketika kita cenderung untuk mencari sebab yang mendekati kejadian yang kita cari untuk dijelaskan. Perhatian kita tertuju pada gejala-gejala yang rumit daripada mendasari penyebabnya.
8. *Policy resistant*, kompleksitas dari suatu sistem yang kita sertakan pada kemampuan kita untuk memahaminya, hasilnya malah banyak solusi yang

nampaknya jelas nyata ke permasalahan gagal atau malah menambah buruk situasi.

9. *Characterized by trade-offs*, waktu tunda pada saluran umpan balik berarti respons jangka panjang dari sistem untuk intervensi selalu berbeda dari respons jangka pendeknya.

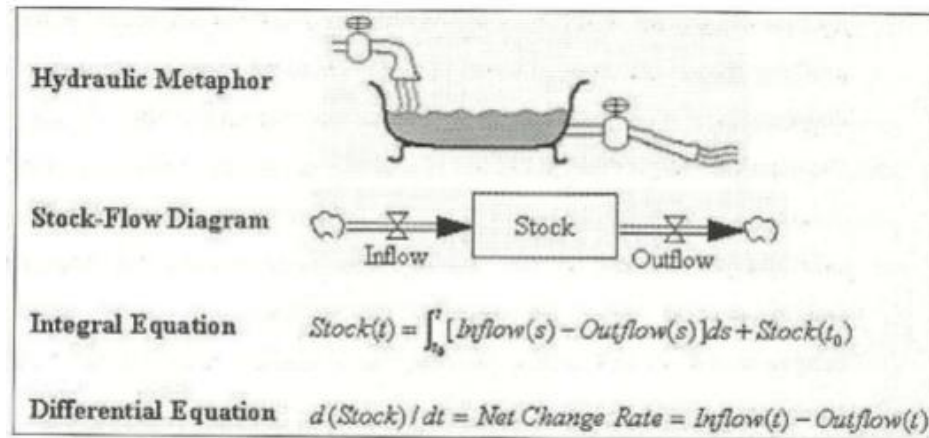
Hubungan sebab akibat dapat merupakan hubungan positif atau *Reinforcing* dengan simbol + atau R, maupun hubungan negatif atau *Balancing* dengan simbol – atau B. Simbol-simbol pada CLD dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2. 4 Simbol CLD**

No	Simbol	Keterangan
1	+ / - atau S / O	+ / S menunjukkan kesamaan arah antara sebab akibat - / O menunjukkan perbedaan arah antara sebab dan akibat
2	B (Balancing) R (Reinforcing)	Balancing jika terjadi feedback loop negatif Reinforcing jika terjadi feedback loop positif (Untuk mengetahui B atau R adalah dengan menghitung jumlah - / O. Jika ganjil maka loop tersebut adalah B)

Stock Flow Diagram (SFD) sebagai konsep sentral dalam teori sistem dinamik. Menggambarkan struktur secara fisik, yang mana stock merupakan akumulasi yang dapat bertambah dan berkurang, sedangkan flow adalah proses yang menyebabkan stock bertambah atau berkurang. (Sterman, 2000) menjelaskan empat representasi setara atau ekuivalen dengan struktur stock dan flow : Hydraulic Metaphor, Stock-Flow Diagram, Integral Equation dan Differential Equation pada Gambar 2.5 (Sterman, 2000). Dalam Hydraulic Metaphor stok diwakili melalui air di bak mandi setiap saat. Jumlah air di bak mandi meningkat (air yang mengalir melalui keran) atau menurun (air yang mengalir keluar melalui saluran pembuangan), tidak termasuk faktor-faktor luar seperti penguapan. Untuk Stock-Flow Diagram telah memiliki makna matematika tidak ambigu sebagai stock terakumulasi flow-nya. Stock meningkatkan arus masuk melalui bahan dan penurunan arus keluar melalui materi. Untuk Integral Equation

menggambarkan prinsip saham-aliran yang sama, sebagai Stock baru (t) didefinisikan melalui Stock awal (t0) ditambah semua Inflow (t) dikurangi dengan Outflow (t).



**Gambar 2. 5 Representasi Struktur Stock and Flow**

Pada model yang telah dibuat, data kuantitatif dimasukan dengan mengklik variabel-variabel yang tersedia seperti level, rate, dan auxiliary. Kemudian nilai atau formula matematika di inputkan ke dalam variabel-variabel tersebut untuk mengkalkulasi model. Adapun definisi dari masing-masing jenis variabel tersebut adalah sebagai berikut.

1. Variabel Level

Level merupakan variabel yang menyatakan akumulasi sejumlah benda, contohnya jumlah produksi jagung. Level dipengaruhi oleh variabel rate dan dalam Vensim dinyatakan dengan simbol persegi panjang.



2. Variabel Rate

Rate adalah penambahan atau pengurangan pada level per satuan waktu. Dalam Vensim, rate dinyatakan dengan simbol seperti berikut:



3. Auxiliary

Auxiliary adalah merupakan variabel tambahan untuk menyederhanakan hubungan informasi antara level dan rate, variabel ini dihitung dari variabel lain. Simbol variabel ini adalah sebuah lingkaran.



Selain variabel-variabel tersebut, terdapat beberapa simbol yang berlaku lainnya yaitu simbol sumber (source dan sink), garis-garis aliran, titik awal informasi, heksagonal untuk konstanta, dan tabel.

## **2.10 Penelitian Terkait**

Dalam penelitian ini terdapat beberapa penelitian terkait tentang beberapa pemanfaatan jagung dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik yang berguna sebagai referensi dalam penyusunan penelitian ini.

1. **Penelitian dari (Walters et al., 2016)** yang berjudul “Exploring agricultural production systems and their fundamental components with system dynamics modelling”. Produksi pertanian di Amerika Serikat mengalami perubahan yang ditandai karena pergeseran cepat dalam tuntutan konsumen, biaya input, dan kekhawatiran akan keamanan pangan dan dampak lingkungan. Sistem produksi pertanian terdiri dari komponen dan penggerak multidimensi yang berinteraksi secara kompleks untuk mempengaruhi kelestarian produksi. Dalam pendekatan metode campuran, peneliti menggabungkan data kualitatif dan kuantitatif untuk mengembangkan dan mensimulasikan menggunakan model sistem dinamik yang mengeksplorasi interaksi sistemik mengenai kelangsungan ekonomi, lingkungan dan sosial dari produksi pertanian.

Peneliti ini kemudian menggunakan model ini untuk mengevaluasi peran setiap pengelola dalam menentukan perbedaan keberlanjutan dengan tiga sistem produksi yang berbeda yaitu tanaman pangan saja, peternakan saja, dan tanaman terpadu dan sistem peternakan. Hasil dari upaya pemodelan ini menemukan bahwa potensi keberlanjutan terbesar ada pada sistem produksi tanaman saja. Sementara studi ini menyajikan kontribusi yang berdiri sendiri untuk pengetahuan dan praktik sektoral, penelitian ini mendorong penelitian masa depan di sektor ini yang menggunakan metode berbasis sistem serupa untuk memungkinkan praktik dan kebijakan yang lebih berkelanjutan dalam produksi pertanian.

2. **Pada penelitian (Poles, 2013)** yang berjudul “System Dynamics modelling of a production and inventory system for remanufacturing to evaluate system improvement strategies”. Dalam penelitian ini, penulis memodelkan sistem produksi dan inventaris untuk remanufacture dengan menggunakan pendekatan pemodelan simulasi sistem dinamik. Tujuannya adalah untuk mengeksplorasi dan memahami bagaimana arus fisik, arus informasi dan kebijakan perusahaan untuk menghasilkan dinamika proses rekondisi dan untuk menyelidiki dan mengevaluasi strategi pengendalian yang efektif yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja sistem.

Faktor utama yang dipertimbangkan dalam pembuatan model penelitian ini adalah: (1) cakupan persediaan (inventory coverage), (2) total kapasitas sistem (total system capacity), dan (3) produksi remanufacture dan waktu tunggu produksi (remanufacturing and production lead times). Melalui analisis simulasi dinamik ini, peneliti menyimpulkan bahwa total biaya sistem akan meningkat lebih cepat jika kapasitas yang lebih tinggi dialokasikan ke remanufacturing daripada aktivitas produksi.

Hasil ini menunjukkan bahwa disarankan untuk meningkatkan tingkat pengembalian yang dapat diproduksi ulang dan mengurangi waktu tunggu remanufacture. Sehingga dapat mencapai efisiensi yang lebih tinggi dalam proses pembuatan ulang, di mana kapasitas produksi remanufacture yang lebih tinggi dialokasikan. Penelitian ini juga menyimpulkan bahwa pengurangan total biaya sistem dapat diperoleh dengan mengurangi waktu tunggu (lead time). Selain itu, kenaikan lead time produksi meningkatkan biaya lebih dari kenaikan yang setara dalam lead time remanufacture.

3. **Pada Penelitian (Khodeir & Abdelsalam, 2016)** yang berjudul “Simulating Corn Supply, Demand and Consumption in Egypt: A System Dynamics Approach” penelitian tersebut menjelaskan tentang pemodelan rantai pasok jagung untuk memenuhi kebutuhan di Mesir, karena jagung dianggap sebagai tanaman pangan yang sangat penting untuk mencapai ketahanan pangan. Mesir adalah salah satu

pengimpor jagung terbesar di dunia, karena produksi dalam negeri tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan penduduknya. Penelitian ini menggunakan model simulasi dengan pendekatan sistem dinamik untuk menyelesaikan permasalahan pasokan jagung lokal di Mesir, yaitu dengan melalui studi permintaan populasi (studying the population demand), kemampuan pembelian dari pasar (the capability of purchase from the markets), produksi dan impor jagung (the production and import of corn). Model yang diusulkan memberikan dasar yang baik untuk menunjukkan siklus hidup jagung selama periode (1990-2010) dan memproyeksikan masa depan sampai tahun 2030.

Penelitian ini berfokus pada beberapa faktor penting untuk menjaga pasokan jagung sehingga tidak terjadi kekurangan pasokan, yaitu melalui studi lahan pertanian yang digunakan untuk menanam jagung, tingkat produktivitas, permintaan dan konsumsi penduduk dan jumlah impor setiap tahunnya. Penelitian ini berhasil memprediksi kebutuhan masa depan (future demand), kebutuhan konsumsi (consumption needs) dan impor (imports), selain itu juga menghasilkan beberapa kebijakan untuk memperbaiki produksi jagung dengan meningkatkan metode penanaman, penyediaan teknologi, pupuk dan sumber daya manusia yang efisien untuk mengurangi jumlah impor dan untuk memperkecil jarak antara jumlah kebutuhan dan persediaan jagung.

4. **Pada penelitian** (Murniyanto, Wicaksono, & Muhsoni, 2011) yang berjudul “Analisis Emisi CH<sub>4</sub> dan serapan CO<sub>2</sub> aktivitas pertanian di Jawa Timur”. Pada penelitian tersebut menjelaskan tentang emisi CH<sub>4</sub> sawah yang ditanami padi di Jawa Timur sejak tahun 2000 hingga 2010 mengalami peningkatan dari 2.310.728 ton menjadi 3.157.010 ton. Dan pada saat yang sama lahan sawah tersebut mampu mereduksi CO<sub>2</sub> sebanyak 51.902.504 ton dan 70.916.580 ton. Kompleksitas kegiatan manusia dan gas-gas yang lain di udara diduga mengakibatkan efek rumah kaca yang dapat menyebabkan perubahan cuaca yang ditunjukkan peningkatan curah hujan, suhu kecepatan angin, dan debu selama satu dekade terakhir.

Pada penelitian ini menggunakan metode formulasi untuk menghitung tingkat emisi CH<sub>4</sub> dan serapan CO<sub>2</sub> di udara yang diakibatkan oleh aktivitas pertanian. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa peningkatan emisi CH<sub>4</sub> disebabkan frekuensi luas pertanaman padi akibat dari peningkatan ketersediaan air dari curah hujan. Dan peningkatan luas pertanaman padi sawah dapat meningkatkan serapan CO<sub>2</sub> di udara.

Peneliti mengusulkan literature ini karena dalam penelitian disebutkan bahwa untuk mencapai kriteria *Smart Agriculture*, harus mencakup tentang *Mitigation Greenhouse Effect* atau mengurangi dan mengeluarkan emisi gas rumah kaca sebagai upaya untuk pencegahan *global warming*. Efek rumah kaca merupakan proses pemanasan permukaan suatu benda langit (terutama planet atau satelit) yang disebabkan oleh komposisi dan keadaan atmosfernya. (Wikipedia:2017)

Konsep *Smart Agriculture* berupaya menyesuaikan produksi pertanian dengan perubahan iklim dan variabilitas cuaca, dengan mempertahankan produktivitas pertanian, keanekaragaman hayati dan ekosistem yang mendukung ketahanan pangan, mata pencaharian dan pembangunan ekonomi.



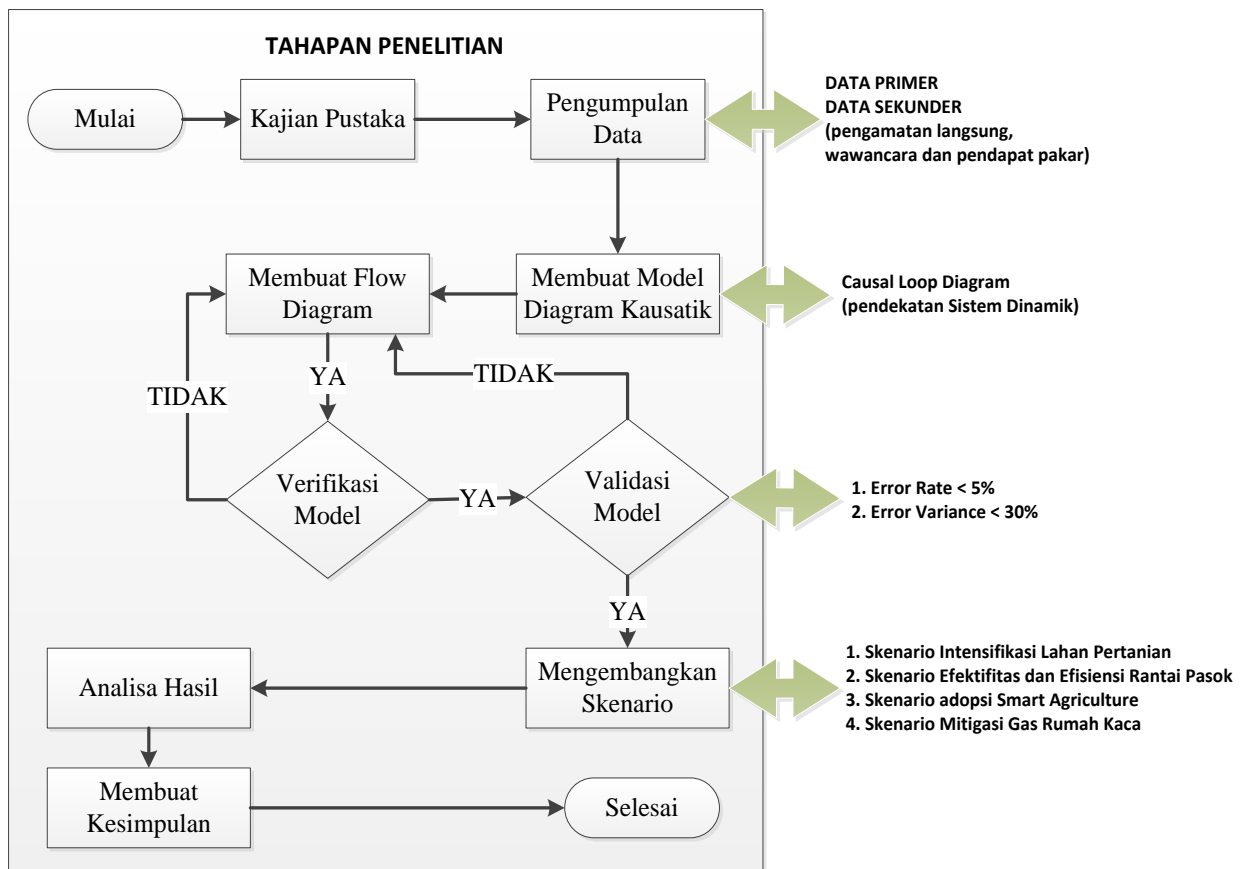
## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tahapan-tahapan yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini.

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Berikut ini merupakan tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini seperti pada gambar 3.1 berikut:



**Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian**

### **3.1.1 Kajian Pustaka**

Pada tahapan kajian pustaka ini dilakukan pengkajian terhadap literature-literatur yang terkait, seperti yang terdapat pada buku teks, pakar, artikel pada jurnal yang relevan atau penelitian terdahulu yang membahas mengenai teori dari pendekatan yang digunakan dalam penelitian serta kondisi produktifitas jagung nasional, yaitu mengenai rantai pasok produksi jagung organik yang bertujuan untuk meningkatkan jumlah produksi jagung organik dalam mendukung *Smart Agriculture* khususnya di provinsi Jawa Timur.

### **3.1.2 Pengumpulan Data**

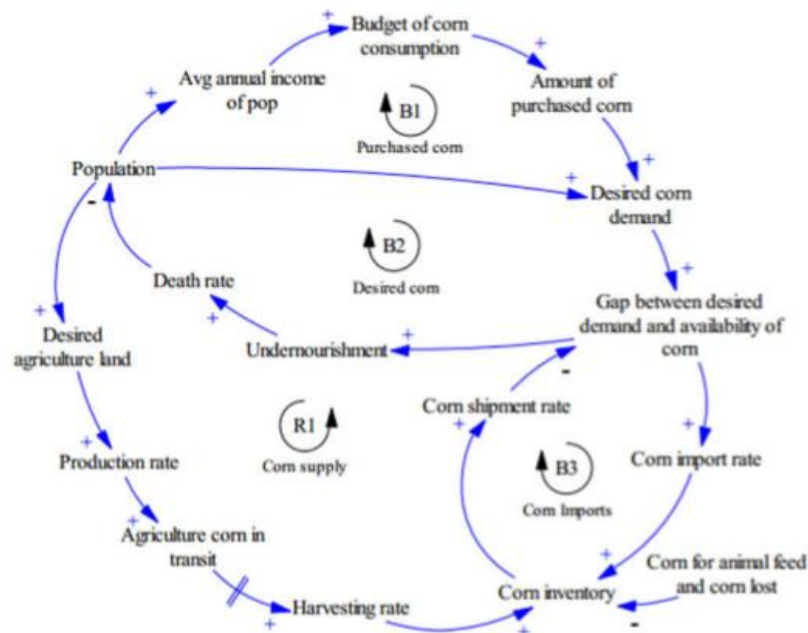
Pada tahapan ini pengumpulan data yang dilakukan menjadi tahapan yang cukup penting, karena merupakan inputan bagi model yang akan dibangun. Pengumpulan data dilakukan melalui penggalan informasi dari berbagai sumber yang berkaitan seperti artikel atau paper, situs bank data, dan penelitian sebelumnya. Data penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu, data sekunder dan data primer. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini digunakan sebagai bahan referensi perkembangan keadaan jagung nasional saat ini seperti luas panen jagung (ha), produksi jagung (ton), produktivitas (ton/ha), konsumsi per kapita, jumlah kebutuhan jagung, serta yang berkaitan dengan tanaman pangan jagung yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), Kementerian Pertanian, Pusat Data Informasi dan lembaga lainnya yang terkait, baik dalam bentuk publikasi tercetak maupun website.

Selain itu data sekunder lainnya yang digunakan adalah penelitian terkait penerapan sistem dinamik dan pemanfaatan *Smart Agriculture*. Data-data tersebut digunakan sebagai bahan untuk pembuatan model dan untuk keperluan referensi penelitian. Sedangkan data primer nantinya digunakan untuk keperluan pemodelan sistem yang akan disimulasikan, sehingga dapat membandingkan data real dengan data hasil skenario model dalam jangka panjang. Pengambilan data ini didapatkan dengan beberapa cara, diantaranya pengamatan langsung, survey, wawancara atau pendapat langsung dari pakar yang kompeten dalam proses produksi jagung organik di daerah tertentu di wilayah Jawa Timur.

### 3.1.3 Pemodelan Sistem (Diagram Kausatik)

Pada tahap ini adalah pembuatan model sistem, model ini digambarkan dalam causal loop diagram atau diagram kausatik. Diagram ini digunakan untuk menggambarkan sistem secara umum yang selanjutnya akan dilakukan simulasi dengan pendekatan sistem dinamik. Pembuatan diagram kausatik ini didasarkan dari hasil tahapan pengumpulan data dan kajian pustaka. Diagram kausatik yang akan dibuat akan menggambarkan sistem rantai pasok produksi jagung organik dalam tahapan *on-farm level* jagung untuk mendukung *Smart Agriculture*. Berikut ini beberapa referensi yang digunakan.

1. Referensi pertama dalam pembuatan model ini mengadopsi dari (Khodeir & Abdelsalam, 2016). Penelitian ini berisi tentang pemodelan rantai pasok jagung untuk memenuhi kebutuhan di Mesir, karena jagung dianggap sebagai tanaman pangan yang sangat penting untuk mencapai ketahanan pangan. Berikut ini model kausatik yang dihasilkan yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut

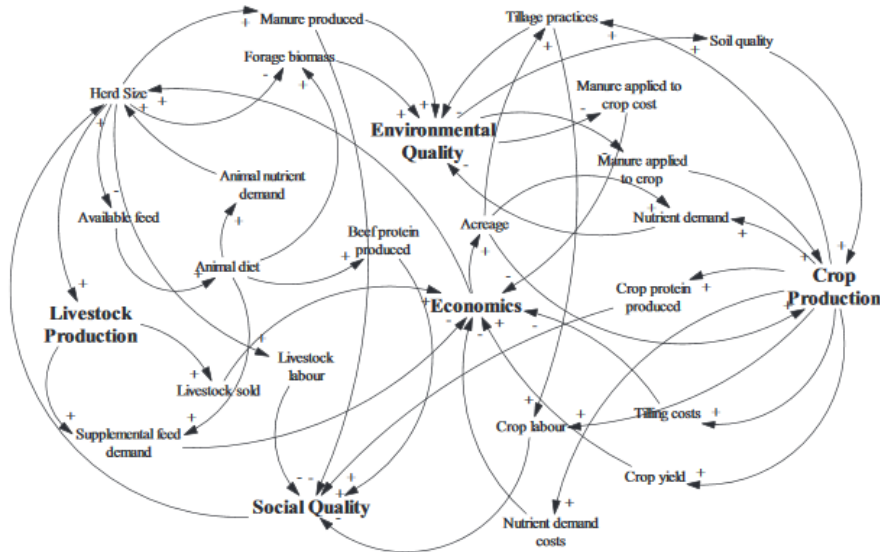


**Gambar 3. 2 Diagram Kausatik Rantai Pasok Jagung Di Mesir.**

Mesir adalah salah satu pengimpor jagung terbesar di dunia, karena produksi dalam negeri tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan penduduknya. Penelitian ini

menggunakan model simulasi dengan pendekatan sistem dinamik untuk menyelesaikan permasalahan pasokan jagung lokal di Mesir.

2. Referensi yang kedua dalam pembuatan model ini menggunakan model dari penelitian dari (Walters et al., 2016) yang berjudul “Exploring agricultural production systems and their fundamental components with system dynamics modelling”. Produksi pertanian di Amerika Serikat mengalami perubahan yang ditandai karena pergeseran cepat dalam tuntutan konsumen, biaya input, dan kekhawatiran akan keamanan pangan dan dampak lingkungan. Sistem produksi pertanian terdiri dari komponen dan penggerak multidimensi yang berinteraksi secara kompleks untuk mempengaruhi kelestarian produksi. Dalam pendekatan metode campuran, peneliti menggabungkan data kualitatif dan kuantitatif untuk mengembangkan dan mensimulasikan menggunakan model sistem dinamik yang mengeksplorasi interaksi sistemik mengenai kelangsungan ekonomi, lingkungan dan sosial dari produksi pertanian. Berikut ini model kausatik yang dihasilkan yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 berikut

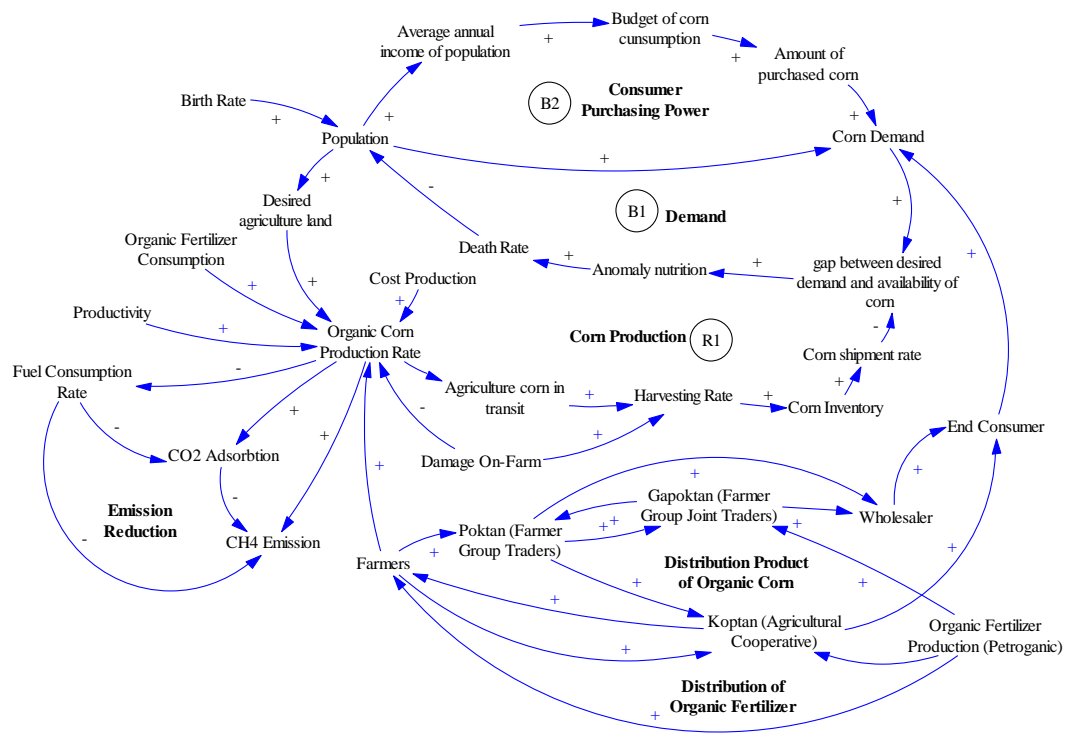


**Gambar 3. 3 Diagram Kausatik Produksi**

Peneliti ini kemudian menggunakan model ini untuk mengevaluasi peran setiap pengemudi dalam menentukan perbedaan keberlanjutan dengan tiga sistem produksi

yang berbeda yaitu tanaman pangan saja, peternakan saja, dan tanaman terpadu dan sistem peternakan. Hasil dari upaya pemodelan ini menemukan bahwa potensi keberlanjutan terbesar ada pada sistem produksi tanaman saja. Sementara studi ini menyajikan kontribusi yang berdiri sendiri untuk pengetahuan dan praktik sektoral, penelitian ini mendorong penelitian masa depan di sektor ini yang menggunakan metode berbasis sistem serupa untuk memungkinkan praktik dan kebijakan yang lebih berkelanjutan dalam produksi pertanian.

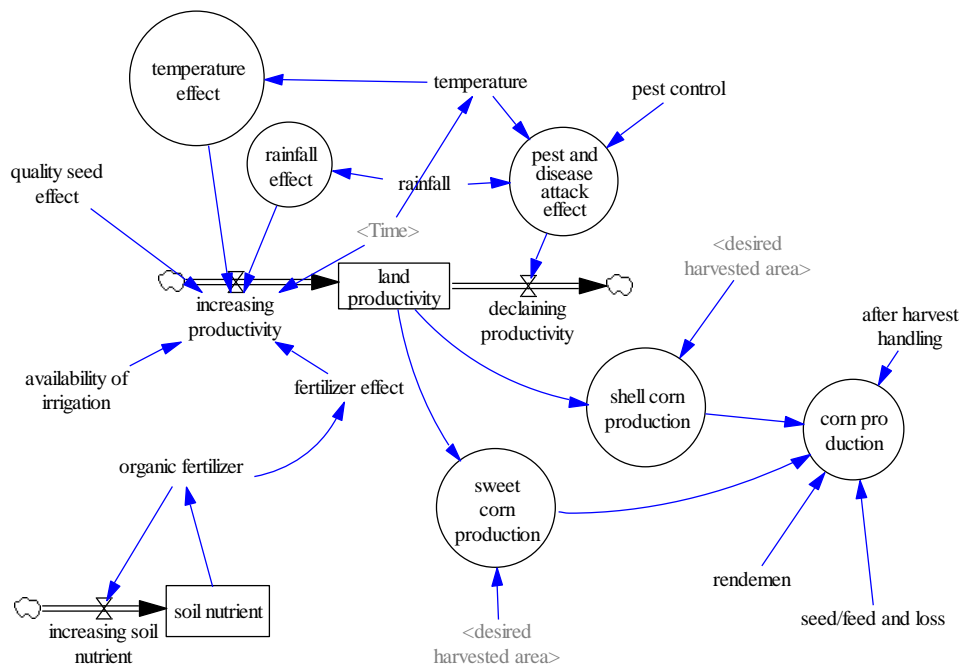
Dari referensi – referensi tersebut, model yang akan dibuat pada penelitian ini berasal dari beberapa referensi diatas karena memiliki kesamaan karakteristik permasalahan. Model penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan objek penelitian yaitu rantai pasok produksi jagung organik. Berikut ini adalah model diagram kausatik yang dihasilkan pada penelitian ini yang di tunjukkan pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



**Gambar 3. 4 Diagram Kausatik Penelitian**

Model diagram penelitian ini merepresentasikan tiga karakteristik dari *smart agriculture* yaitu *productivity*, *resilience* dan *mitigation*. Produktivitas (*Productivity*)

pada produksi jagung organik ini merupakan kegiatan produksi untuk perbandingan antara keluaran (*output*) dengan masukan (*input*). Produktivitas ini digunakan untuk alat ukur berhasil atau tidaknya suatu produksi menghasilkan suatu produk. Jadi semakin tinggi perbandingan antara keduanya, maka semakin tinggi juga keuntungan dari produk yang dihasilkan. Dari model kausatik yang dihasilkan terdapat beberapa variabel terkait dengan pengaruh keberhasilan dari produksi jagung ini. Tingkat *Production Rate* dihitung dengan mengalikan *Land Productivity* dengan *Desired Harvest Area*. Produktivitas dipengaruhi oleh tanah, jumlah air yang didukung untuk lahan pertanian, teknologi yang diterapkan, dan tingkat *organic consumption* untuk meningkatkan dan mengembangkan produktivitas jagung. Kemudian untuk variabel selanjutnya adalah *Desired Harvest Area*. *Desired Harvest Area* ini dipengaruhi oleh penambahan jumlah lahan pada suatu daerah. Selain itu *Desired Harvest Area* ini juga dipengaruhi oleh variabel *Average corn land increase fraction* (Rata-rata peningkatan fraksi lahan jagung).



**Gambar 3. 5 Diagram Proses Pertanian Jagung Organik**

Berikut ini merupakan formulasi dari produktivitas jagung organik dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Jumlah Produksi(Ton)}}{\text{Luas Lahan (Ha)}} \text{ atau } \frac{\text{Jumlah Produksi(Kg)}}{\text{Luas Lahan (Ha)}} \quad (1)$$

Karakteristik berikutnya dari *smart agriculture* adalah *resilience*. *Resilience* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kemampuan atau ketahanan jagung organik dalam *on-farm* yang memungkinkan untuk menghadapi, mencegah, meminimalkan dan bahkan menghilangkan faktor-faktor yang dapat merugikan dari produksi jagung organik. Berdasarkan pengertian tersebut, maka dalam produksi jagung organik ini dibutuhkan sebuah teknik atau cara untuk mengefektifkan dan mengefisiensikan proses pada produksi demi ketahanan jagung dalam masa penanaman sampai masa panen. Berdasarkan pada diagram kausatik pada penelitian ini, variabel *organic consumption* merupakan variabel utama dalam menentukan ketahanan jagung organik.

Menurut (Roth, 2010), unsur karbon yang terdapat dalam bahan organik merupakan substrat bagi mikroorganisme tanah, sehingga semakin tinggi kandungan bahan organik, populasi mikroorganisme pun semakin tinggi. Dengan demikian kegiatan mikroorganisme tanah cenderung meningkat yang secara tidak langsung akan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanaman. Sehingga dapat dipastikan bahwa penggunaan bahan (pupuk, bibit, dan nutrisi) organik pada tanaman jagung dapat menambah ketahanan dari jagung itu dan dapat menambah jumlah panen yang mempengaruhi dari nilai produksi jagung organik.

Jagung organik dapat dipasarkan baik pada petani ke petani atau dijual ke pabrik pakan yang mengkhususkan pada butiran organik. Harga jagung organik bisa berkisar 1,5 sampai 2 kali lipat harga jagung konvensional (Roth, 2010).

Karakteristik terakhir dari *smart agriculture* adalah mitigasi. Mitigasi pada penelitian ini merupakan serangkaian upaya untuk mengurangi emisi udara atau pencemaran udara yang dihasilkan dari produksi jagung organik pada *on-farm level*. Mitigasi ini diperlukan karena berpengaruh terhadap lingkungan dan berdampak pada

kesehatan petani/pekerja yang berada pada di area pertanian tersebut. Sehingga diperlukan sebuah cara untuk menurunkan emisi yang dihasilkan sehingga tidak berdampak pada kesehatan petani. Dalam diagram kausatik penelitian ini, bahwa emisi yang dihasilkan dari produksi jagung ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsumsi bahan bakar untuk pertanian.

Kemungkinan masalah terburuk dari emisi CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> adalah bahwa peningkatan CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> akan meningkatkan suhu di seluruh bumi. Metana (CH<sub>4</sub>) lebih banyak dihasilkan aktivitas pertanian seperti lahan sawah, usaha peternakan dan limbah biomassa. Sedangkan emisi CO<sub>2</sub> oleh kegiatan pertanian bersumber dari pembakaran limbah dan konsumsi pupuk. Limbah pertanian jagung organik pada umumnya digunakan untuk pakan ternak, sedangkan jagung organik tidak mengkonsumsi pupuk karena menggunakan pupuk organik

Menurut (Roth, 2010), konsentrasi CO<sub>2</sub> atmosfer bumi saat ini hampir 390 bagian per juta (ppm). Stimulasi pertumbuhan ini terjadi karena CO<sub>2</sub> merupakan salah satu dari tiga bahan baku yang dibutuhkan untuk fotosintesis tanaman yaitu air, nutrisi dan CO<sub>2</sub>. Sedangkan peningkatan CO<sub>2</sub> yang berlebih pada tanaman akan membuat tanaman membutuhkan ekstra air baik untuk mempertahankan pertumbuhan yang lebih besar serta untuk mengkompensasi penguapan kelembaban yang lebih besar dengan meningkatnya panas.

Hasil analisis sebelumnya yang dilakukan oleh (Murniyanto et al., 2011) menunjukkan bahwa emisi CH<sub>4</sub> dari sawah yang ditanami padi sejak tahun 2000 hingga 2010 mengalami peningkatan dari 2.310.728 ton menjadi 3.157.010 ton. Pada saat yang sama, lahan sawah tersebut mampu mereduksi CO<sub>2</sub> sebanyak 51.902.504 ton dan 70.916.580 ton.

Maka dari itu perlu adanya sebuah solusi untuk menurunkan tingkat emisi CH<sub>4</sub> yang dihasilkan dari produksi jagung organik ini melalui serapan CO<sub>2</sub>. Penelitian ini dilakukan dengan objek jagung organik sehingga terdapat variabel yang dapat menurunkan emisi dari CH<sub>4</sub> melalui serapan CO<sub>2</sub> dan lahan pertanian. Meskipun kegiatan pertanian menimbulkan emisi CH<sub>4</sub> namun lahan sawah yang ditanami jagung



organik mampu mereduksi CO<sub>2</sub> melalui fotosintesis dari tanaman jagung organik. Sedangkan variabel yang mempengaruhi serapan CO<sub>2</sub> adalah yaitu *fuel consumption* atau pemakaian bahan bakar pertanian dan *organic corn production rate*. Produksi jagung organik merupakan produksi pertanian yang ramah lingkungan, karena pemakaian unsur organik dapat meminimalisir penggunaan bahan bakar pertanian sebagaimana berbeda pada pertanian konvensional. Semakin tinggi tingkat *organic corn production rate* maka akan semakin tinggi pula penyerapan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh tanaman.

Limbah produksi dari jagung organik dapat digunakan untuk dijadikan pupuk organik kembali sedangkan *organic consumption* atau konsumsi bahan organik merupakan nutrisi / bahan yang ramah lingkungan serta dapat meningkatkan *resilience* (ketahanan) dari jagung itu sendiri (Seran, 2015).

Maka solusi untuk menurunkan tingkat emisi CH<sub>4</sub> dan serapan CO<sub>2</sub> akan dilakukan pengukuran di dalam area pertanian produksi jagung organik. Hal itu dilakukan karena kualitas udara sangat mempengaruhi kesehatan manusia, karena dengan semakin banyaknya kadar CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> pada lingkungan tersebut maka juga akan mempengaruhi kesehatan petani jagung di daerah tersebut. Berikut ini merupakan formulasi dari emisi dengan menggunakan rumus (Enggleston, Miwa, Srivastava, & Tanabe, 2008) (IPCC,2006) sebagai berikut:

$$\text{Emisi GRK CH}_4 = \sum_i Kbb \times Ll \times efi \quad (2)$$

Keterangan:

Emisi GRK CH<sub>4</sub> = Emisi suatu gas rumah kaca CH<sub>4</sub>

Kbb = Konsumsi bahan bakar atau luas lahan pertanian i

Ll = Luas lahan (ha)

*efi* = Faktor emisi dari lahan / sawah

$$\text{Emisi CO}_2 = DA \times FE \quad (3)$$

Keterangan:

DA = Data aktivitas dari sumber emisi (ex: jumlah konsumsi bahan bakar pertanian, jumlah penduduk, luas lahan).

FE = Faktor emisi dari spesifik aktivitas sumber emisi (ton per unit dari DA).  
Faktor emisi ditentukan berdasarkan penelitian dan sangat spesifik untuk setiap bahan atau produk. Oleh karena itu digunakan faktor emisi yang sudah ditentukan oleh IPCC (2006)

Berdasarkan penjelasan karakteristik *smart agriculture* tersebut, penelitian ini akan memenuhi proses pengolahan berdasarkan tiga komponen tersebut, karena dikatakan smart pada produksi jagung organik ini harus memenuhi tiga karakteristik dari *smart agriculture* tersebut.

### **3.1.4 Pengolahan Data (Flow Diagram)**

Pada tahapan ini, dari model kausatik yang sudah dibuat, selanjutnya model tersebut akan diterjemahkan menjadi model sistem dinamik yang digambarkan melalui diagram stock dan flow (flow diagram). Diagram tersebut bertujuan untuk memudahkan dalam merancang skenariosasi serta melakukan analisis dari hasil yang dikeluarkan. Dalam pembuatan flow diagram ini terdapat beberapa komponen untuk membetuknya.

1. *Level*: Sebuah Kuantitas yang terakumulasi dari waktu ke waktu dan nilainya dirubah dengan mengakumulasikan nilai Rate.
2. *Rate*: Merupakan aliran yang mengubah nilai level
3. *Auxiliary*: Merepresentasikan formulasi yang dapat mempengaruhi rate atau variabel lainnya
4. *Source* dan *Sink* : Source adalah sistem diluar batasan model, Sink adalah Terminasi sistem

Selanjutnya dari tiap-tiap variabel pada model, dilakukan dengan cara memahami dan menguji konsistensi model apakah sudah sesuai dengan tujuan dan batasan sistem yang dibuat. Setelah model dibuat selanjutnya dilakukan tahap validasi dan verifikasi.

### **3.1.5 Verifikasi Dan Validasi**

Hasil dari model flow diagram yang sudah dibuat selanjutnya akan dilakukan proses Verifikasi dan Validasi. Verifikasi adalah proses pengecekan terhadap model

apakah sudah tidak terjadi kesalahan. Verifikasi dilakukan dengan cara memeriksa formulasi yang sudah dibuat sudah sesuai hubungan variabel dengan variabel lain dan memeriksa satuan satauan variabel dalam model. Jika tidak terdapat kesalahan pada model, maka model telah terverifikasi. Selanjutnya dilakukan proses Validasi untuk memastikan apakah model sudah sesuai menggambarkan kondisi sistem nyatanya. Proses Validasi ini dilakukan dengan dua cara pengujian yaitu validasi model dengan tatistik Uji Perbandingan Rata-Rata (mean comparison) atau dengan validasi model dengan Uji Perbandingan Variasi Aplitudo (% error variance) (Barlas, 1996).

- a. Uji Perbandingan Rata-rata (*Mean Comparison*)

$$E1 = \left| \frac{\bar{S} - \bar{A}}{\bar{A}} \right| \quad (4)$$

Keterangan:

$\bar{S}$  = Nilai Rata-rata Hasil Simulasi

$\bar{A}$  = Nilai Rata-Rata Data

Model dianggap valid apabila  $E1 \leq 5 \%$

- b. Uji Perbandingan Variasi Amplitudo (% Error Variance)

$$E2 = \left| \frac{S_s - S_a}{S_a} \right| \quad (5)$$

Keterangan:

$S_s$  = Standar Deviasi Model

$S_a$  = Dtandar Deviasi Data

Model dianggap valid apabila  $E2 \leq 30 \%$

### 3.1.6 Membuat Skenario Model

Pada tahapan ini, model yang telah dibuat diberi beberapa perlakuan model dengan membuat scenario (eksperimen) pada pengolahan jagung dalam mendukung smart agriculture. Pada tahap ini akan dilakukan simulasi untuk mengetahui proses yang akan dihasilkan, simulasi ini dilakukan dengan membandingkan beberapa kebijakan yang

ingin diambil dan memastikan kebijakan mana yang memiliki skenario terbaik. Dua alternatif skenario yang bisa digunakan dalam sistem dinamik, yaitu (Suryani, 2006):

1. Skenario Parameter

Skenario ini dilakukan dengan cara melakukan perubahan pada nilai parameter dari model yang sudah dibuat untuk mendapatkan hasil yang paling optimal atau sesuai dengan kebutuhan.

2. Skenario Struktur

Skenario ini dilakukan dengan cara melakukan perubahan struktur model sehingga di dapat struktur model yang baru dengan tujuan untuk mendapatkan peningkatan kinerja sistem dibandingkan sistem yang lama. Skenario jenis ini memerlukan pengetahuan yang cukup tentang sistem agar struktur baru yang diusulkan/dieksperimenkan dapat memperbaiki kinerja sistem.

Berdasarkan diagram kausatik yang dihasilkan dan tujuan dari penelitian ini yaitu meningkatkan jumlah produksi pada jagung organik dalam mendukung *smart agriculture*, berikut ini adalah rencana skenario yang akan dilakukan.

- a. Skenario intensifikasi lahan: meliputi perbaikan irigasi pertanian, pengaruh penggunaan pupuk organik, perbaikan agroinput tanaman dengan penggunaan benih unggul baru dengan masa tanam yang pendek serta guna meningkatkan produktivitas tanaman jagung.
- b. Skenario meningkatkan efektifitas dan efisiensi distribusi pupuk organik pada rantai pasok jagung organik.
- c. Skenario pengimplementasian *Smart Agriculture*: skenario ini dilakukan untuk meningkatkan pendapatan petani dengan penerapan *Smart Agriculture*. Teknologi IOT pada *Smart Agriculture* berguna untuk efisiensi pemberian agroinput pada tanaman jagung sesuai dengan kebutuhan unsur hara. Dengan adanya skenario ini diharapkan dapat mengurangi biaya pertanian jagung organik terutama pada sektor tenaga kerja sehingga pendapatan petani bisa meningkat.

- d. Skenario pengurangan emisi gas rumah kaca: skenario ini dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca terutama yang disebabkan oleh gas CH<sub>4</sub> (metana) yang disebabkan oleh faktor pupuk dan faktor pengurangan penggunaan bahan bakar pada pertanian jagung organik.

### **3.1.7 Analisis dan Pembahasan Hasil Simulasi**

Data hasil simulasi skenario model yang sudah dibuat kemudian akan dilakukan analisis untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan pada hasil yang diinginkan, pada tahapan ini dapat diputuskan kebijakan yang terbaik terhadap proses rantai pasok *on-farm level* produksi jagung organik dalam meningkatkan produktivitas untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri khususnya provinsi Jawa Timur.

### **3.1.8 Membuat Kesimpulan**

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan selanjutnya akan dilakukan kesimpulan hasil yang diperoleh dan kemudian memberikan saran-saran yang berkaitan dengan penelitian selanjutnya.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai pengembangan model produksi Jagung Organik di Provinsi Jawa Timur. Pengembangan model dalam penelitian ini dimulai dengan menganalisa kondisi saat ini, menganalisa rantai pasok budidaya jagung organik dan mengumpulkan data untuk identifikasi variable yang signifikan.

#### **4.1 Identifikasi Rantai Pasok dalam Budidaya Jagung Organik**

Mengidentifikasi rantai pasok dalam budidaya jagung organik dilakukan pada 4 tempat berbeda yang tersebar di Provinsi Jawa Timur. Pengidentifikasian rantai pasok dalam budidaya jagung organik bertujuan untuk mengetahui bagaimana alur distribusi dari jagung organik ditanam hingga masa panen serta mengetahui komponen-komponen apa saja yang dibutuhkan dalam budidaya jagung organik menurut standart tanaman organik yang ada di Indonesia.

Tanaman jagung organik banyak dibudidayakan secara komersil oleh petani di daerah-daerah tertentu. Peningkatan produksi hasil tanaman jagung tanpa diikuti dengan kelancaran sistem tataniaga dapat merugikan petani, bahkan motivasi petani untuk berproduksi menjadi berkurang.

##### **4.1.1 Identifikasi Pola Budidaya Jagung Organik**

Sebagai tanaman sereal, jagung bisa tumbuh di seluruh Indonesia. Jagung termasuk bahan pangan penting karena merupakan sumber karbohidrat kedua setelah beras. Bahkan, di beberapa daerah di Indonesia jagung dijadikan sebagai bahan pangan utama, juga dikenal sebagai bahan pakan ternak dan industri. Seiring dengan adanya peningkatan konsumsi hewani, maka industri pakan mulai banyak bermunculan. Tentu saja dengan pertumbuhan industri pakan yang semakin meningkat menuntut penyediaan jagung yang semakin besar.

##### **4.1.1.1 Pengelompokan Jagung**

Berdasarkan wawancara dilapangan, pengenalan jenis jagung atau kelompokan jagung dapat diidentifikasi didasarkan pada bentuk bijinya. Jenis jagung dapat digolongkan menjadi tujuh tipe :

1. Jagung Gigi Kuda (*Zea mays indentata*)

Disebut jagung gigi kuda (dent corn), karena dapat lekukan dipuncak biji lekukan tersebut terjadi karena pati keras terdapat di sekeliling pinggir dan pati lembut terdapat di tengah biji dengan warna biji kuning.

2. Jagung Mutiara (*Zea mays inderast*)

Jagung Mutiara (flint corn), bentuknya bulat dan umumnya berwarna putih, bagian luar biji keras dan licin karena terdiri dari pati keras dan umurnya genjah.

3. Jagung Manis (*Zea mays saccharata*)

Jagung manis (sweet corn) mengandung lebih banyak gula daripada pati sehingga bila kering bijinya keriput.

4. Jagung Berondong (*Zea mays evertata*)

Jagung berondong (pop corn) merupakan jagung tipe mutiara tetapi bagian bijinya terdiri atas pati keras, pada saat dipanaskan uap air yang terdapat pada biji menerobos keluar dan meletuskan biji.

5. Jagung Tepung (*Zea mays amilceae*)

Jagung tepung (plour corn), seluruh bagian jagung terdiri dari pati lunak, seluruh pati lunak sangat mudah dicerna sehingga jenis jagung ini di Amerika Selatan dijadikan sebagai makanasn bayi.

6. Jagung Polong (*Zea mays tunicata*)

Jagung polong (pod corn), jenis jagung yang langka dan aneh karena masing-masing biji dibungkus oleh kelobot sementara seluruh tongkol juga terbungkus oleh kelobot seperti halnya jenis jagung lainnya.

7. Jagung Ketan (*Zea mays ceratina*)

Jagung ketan (waxy corn), dengan kandungan amilopektin lebih besar dari amilosa dalam endospermanya, amilopektin merupakan gugus gula yang

bercabang dan bila dicampur dengan iodium akan menghasilkan warna merah, kandungan amilopektin yang tinggi menyebabkan pulen pada jagung ketan.

#### **4.1.1.2 Persiapan Benih**

Benih jagung yang baik dicirikan dari: daya tumbuh lebih dari 90 persen, tidak tercampur dengan varietas lain, tidak mengandung kotoran, tidak tercemar hama dan penyakit, sehat, bernas (berisi penuh) dan mengkilap. Karena metode pertanian yang digunakan adalah pertanian organik maka sebelum ditanam sebaiknya benih tidak diberi perlakuan dengan dicampuri pestisida.

#### **4.1.1.3 Pengolahan Tanah**

Pengolahan tanah bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah menjadi gembur sehingga pertumbuhan akar jagung maksimal. Pengolahan tanah diawali dengan pembersihan lahan dari sisa tanaman sebelumnya. Tanah dicangkul atau dibajak sedalam kurang dari 30cm, kemudian diberi pupuk kandang untuk menjaga tekstur tanah supaya kandungan organik pada tanah tetap terjaga dan kemudian diratakan.

#### **4.1.1.4 Penanaman**

Setelah lahan selesai diolah dan diberi pupuk dasar maka selanjutnya ditanami, dengan jarak 75 cmx 25cm untuk tanam satu biji perlubang dan 75cmx50cm tanam untuk 2 biji perlubang.

#### **4.1.1.5 Pemeliharaan**

##### **a. Penjarangan**

Penjarangan dilakukan bila ada jumlah tanaman tidak sesuai dengan yang dikehendaki pada pertanaman, dilakukan pada saat tanaman berumur 4 minggu dengan cara mematahkan tanaman yang tidak dikehendaki, sebaiknya jangan di cabut karena akan melukai akar tanamn yang lain.

##### **b. Penyiangan**



Penyiangan bertujuan untuk membersihkan lahan dari gulma, sebaiknya penyiangan dilakukan 2 minggu satu kali, pada saat tanaman berumur 4 minggu setelah tanam, penyiangan dilakukan bersamaan dengan pembubunan.

c. Pembubunan

Untuk efisiensi tenaga kerja pembubunan pertama dilakukan bersamaan dengan penyiangan kedua, tujuan pembubunan untuk memperkokoh tanaman dengan cara menutup akar yang timbul di atas permukaan tanah dengan cara diurug tanah dari sebelah kiri dan kanan tanaman.

d. Pemupukan

Pemupukan dilakukan bertujuan untuk menambah unsur hara yang terkandung di dalam tanah, dengan dosis menurut standart organik yaitu 1 ton pupuk organik per hektar. (Roth, 2010)

Pemupukan pertama (pupuk dasar) dilakukan pada saat sebelum atau bersamaan tanam dengan dosis  $\frac{1}{2}$  ton per hektar. Caranya pupuk disebar di dalam alur yang dibuat dengan jarak 7,5 sampai 10cm dari barisan tanaman dengan kedalaman 10cm. Pemupukan sususlan dilakukan pada saat tanaman berumur 4 minggu setelah tanam dengan jarak 15cm dari barisan tanaman setelah pupuk disebar segera dilakukan pembubunan sehingga pupuk tertutup.

e. Pengairan

Pemberian air dilakukan bila tidak turun hujan selama 3 hari berturut-turut dengan berpedoman kepada tanah dan tanaman.

f. Pengendalian Hama dan Penyakit

Serangan hama dan penyakit merupakan kendala utama dalam peningkatan produksi jagung. Pengendalian hama dan penyakit yang diterapkan dengan tujuan agar faktor pengendali alami seperti iklim dan musuh alami dapat bekerja secara optimal, penggunaan pestisida organik hanya dilakukan pada saat serangan melebihi ambang kendali.

**Tabel 4. 1 Aplikasi Teknologi Budidaya Jagung Organik**

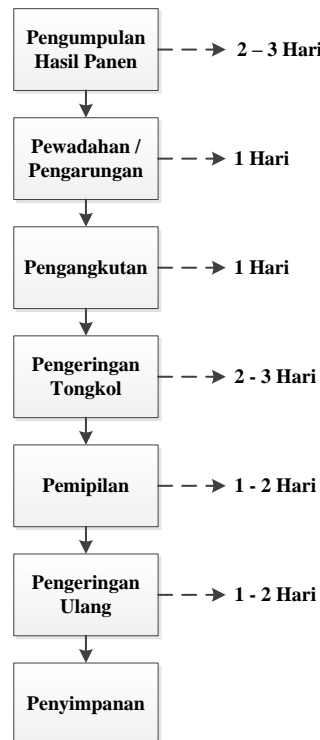
No	Komponen	Tipologi Lahan	
		Lahan Kering	Lahan Pasang Surut (Potensial, Sulfat Masam dan Gambut)
1	Varietas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hibrida (Bima 2,3,4, dan 5)</li> <li>• Komposit / bersari bebas</li> </ul> Lamuru, Sukamarga, Srikandi Kuning-1, Srikandi Putih-1	
2	Pola Tanam	Penanaman dua kali setahun : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bulan Oktober atau November</li> <li>• Bulan Maret atau April</li> </ul>	Penanaman dua kali setahun : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bulan Oktober atau November (Tergantung ketersediaan air hujan)</li> <li>• Bulan Maret atau April</li> </ul>
		Luapan A Monokultur / Tumpang saring Lahan Tegalan atau di atas guludan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luapan B Padi – Jagung</li> <li>• Luapan C Jagung-Jagung atau Jagung-Kedelai atau Jagung-Kacang Tanah, Jagung-Hortikultura</li> </ul>
3	Jarak Tanam	80x40 cm, 75x50 cm, 80x25 cm atau 75x25 cm	
4	Penyiangan	Dilakukan setiap dua minggu sekali, pada umur 15 HST (Hari setelah Tanam) hingga umur 6 minggu setelah tanam. Penyiangan dapat dilakukan bersamaan dengan pembumbunan. Dapat dilakukan secara manual maupun herbisida menggunakan senyawa dan mineral organik	
5	Pemupukan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pupuk Kandang (1 Ton /Ha)</li> </ul>	1. Pemupukan pertama (pupuk dasar) dilakukan pada saat sebelum atau bersamaan tanam dengan dosis ½ ton per hektar. Caranya pupuk disebar di dalam alur yang dibuat dengan jarak 7,5 sampai 10cm dari barisan tanaman dengan kedalaman 10cm. 2. Pemupukan kedua dilakukan pada saat tanaman berumur 4 minggu setelah tanam dengan jarak 15cm dari barisan tanaman setelah pupuk disebar segera dilakukan pembubunan sehingga pupuk tertutup.	
6	Kebutuhan Benih	15/20 Kg (tergantung juga dengan ukuran benih dan jarak tanam)	
7	Pengendalian Hama dan Penyakit	Pencabutan tanaman sakit dan kemudian membakar atau menguburnya Pengaturan Pola Tanam Penggunaan Pestisida Organik sebagai alternatif terakhir	
8	Panen dan Pasca Panen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jagung Manis Organik Siap Panen (60 – 70 Hari)</li> <li>• Jagung Pipipan Organik Siap Panen (90 Hari) : Daun jagung/klobot telah kering, berwarna kekuning-kuningan Penjemuran dilakukan sebelum penyimpanan dalam karung</li> </ul>	

#### 4.1.1.6 Pemungutan Hasil Panen

Panen dan pasca panen jagung tergantung tujuan dan pemanfaatannya. Panen jagung yang jatuh pada musim kemarau akan lebih baik daripada musim hujan karena berpengaruh terhadap waktu pemasakan biji dan pengeringan hasil. Jagung untuk konsumsi muda dipanen sekitar 68 sampai 70 hari, sedangkan kalau mau dipanen pipilan kering sekitar umur 80 sampai 100 hari atau dengan kenampakan fisik yaitu umur tanaman mencapai maksimum yakni setelah pengisian biji optimal, daun menguning dan sebagian mengering berwarna kecoklatan atau putih kekuningan, kelobot sudah kering atau kuning, bila kelobot di buka biji terlihat mengkilap dan keras bila ditekan dengan kuku tidak membekas pada biji.

#### 4.1.1.7 Penanganan Pasca Panen

Tahap-tahap penanganan pasca panen jagung meliputi kegiatan pokok sebagai berikut :



**Gambar 4. 1 Penanganan Pasca Panen**

Jagung organik sebagai pangan dan bahan baku industri akan memberi nilai tambah dengan teknologi pengolahan. Beberapa produk olahan jagung organik adalah marning, emping, industri gula pati, sirup glukosa, fruktosa, bahan baku bioetanol, minyak jagung, gluten, pakan ayam dan lain-lain. Jagung merupakan sumber kalori pengganti atau suplemen bagi beras terutama bagi sebagian masyarakat pedesaan di Jawa Tengah, Jawa Timur, NTT dan Sulawesi. Proporsi penggunaan jagung organik sebagai bahan pangan cenderung meningkat, disamping itu juga meningkat sebagai pakan dan bahan baku industri. Sebagai bahan pangan jagung organik dikonsumsi dalam bentuk segar, kering dan dalam bentuk tepung. Alternatif produk yang dapat dikembangkan dari jagung organik mencakup produk olahan segar, produk primer, produk siap santap dan produk instan.

Peningkatan produksi jagung organik melalui perbaikan teknologi budidaya dapat dikatakan belum berhasil, keberhasilan peningkatan produksi jagung organik tersebut perlu diikuti dengan penanganan pasca panen yang baik agar dapat menekan kehilangan hasil dan mempertahankan mutu jagung. Penanganan pasca panen merupakan salah satu mata rantai penting dalam usahatani jagung organik.

#### **4.1.2 Identifikasi Sasaran Rantai Pasok**

Sasaran rantai pasok merupakan tujuan yang ingin dicapai oleh seluruh anggota dalam suatu rantai pasok (Setiawan, 2009). Sasaran pasar didalam rantai pasok akan menjelaskan tujuan rantai pasok jagung organik di Jawa Timur. Ada dua sisi sasaran pasar, yaitu sasaran pasar dan sasaran pengembangan. Kondisi rantai pasok didalam sasaran rantai pasok menjadi salah satu unsur penentu mengenai baik atau tidaknya kelangsungan rantai pasok.

##### **4.1.2.1 Sasaran Pasar**

Sasaran pasar jagung organik di Jawa Timur adalah pabrik pakan ternak organik antara lain PT. Charoen Pokphand Indonesia, PT Metro Inti Sejahtera, PT. Suri Tani Pemuka, PT. Japfa Comfeed, dan PT. Malindo Feedmill. Pabrik-pabrik ini

selain menerima jagung dari wilayah Jawa Timur tapi juga menerima jagung dari Jawa Tengah dan Jawa barat. Selain itu, sebagian kecil jagung digunakan untuk memasok peternak ayam petelur (PAP) untuk diolah menjadi pakan ternak. Saat ini terdapat permintaan jagung organik dari beberapa pabrik makanan, namun permintaan tersebut sulit untuk dipenuhi terkait kadar air dan kuantitas jagung. Salah satu pabrik makanan yang mendapat pasokan dari Jawa Timur antara lain PT. AG Lestari, namun jagung tersebut tidak banyak. Selain itu jagung organik juga dikonsumsi untuk konsumsi rumah tangga sebagai jagung manis dan industri rumah tangga lainnya.

Perlakuan pasca panen jagung yang dilakukan oleh petani jagung organik adalah memipil jagung dari tongkol serta menjemur jagung dengan bantuan matahari agar jagung tidak berjamur, namun permasalahan yang ditemukan dalam optimalisasi untuk mencapai sasaran rantai pasok adalah di tingkat petani jagung memang dikeringkan namun perlakuan pengeringan tersebut tidak ditunjang dengan pengetahuan mengenai kualitas jagung, sehingga petani lebih mementingkan kuantitas jagung yang memiliki kadar air tinggi dan berharga rendah dibandingkan mengeringkan jagung sehingga didapatkan jagung pipilan berkadar air rendah dan harga lebih tinggi, alasan petani tidak mengeringkan jagung hingga kadar air rendah adalah karena petani takut dengan dikeringkan besaran jagung yang dijual menjadi berkurang. Maka diperlukan pengawasan terus menerus didalam mencapai sasaran rantai pasok.

#### **4.1.2.2 Sasaran Pengembangan**

Sasaran pengembangan jagung organik saat ini adalah meningkatkan produksi jagung organik dan kualitas jagung organik. Namun untuk menambah tingkat produksi diperlukan pembukaan lahan, saat ini pembukaan lahan baru terkendala konversi lahan pertanian ke lahan non pertanian, pemerintah sendiri memiliki program pembukaan 73.000 ha lahan pertanian baru yang dimaksudkan untuk menutupi konversi lahan tersebut (Kurniasih, 2018), diharapkan dengan pembukaan tersebut dapat meningkatkan produksi jagung organik saat ini.

Peningkatan kualitas jagung organik saat ini merupakan sasaran pengembangan jagung organik, menurut Dinas Pertanian Jawa Timur (2017) permasalahan dalam peningkatan kualitas jagung organik dapat dari perbaikan dan pengawasan pola budidaya dan pasca panen yang dilakukan petani, sehingga petani mematuhi anjuran yang telah ditetapkan sehingga hasil panen dapat sesuai dengan yang diharapkan oleh petani, selain itu diharapkan lembaga pemasaran lainnya dapat membantu dalam menyampaikan informasi serta ikut mengawasi proses ini.

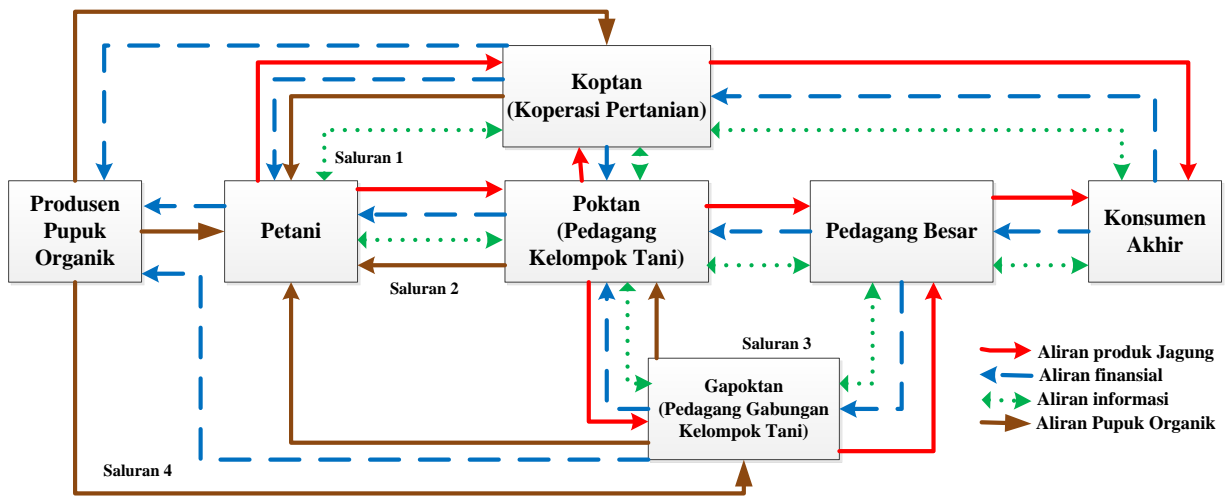
#### **4.1.3 Identifikasi Pola Saluran Pemasaran Dalam Rantai Pasok**

Struktur hubungan rantai pasok jagung organik di Jawa Timur dianalisis berdasarkan anggota yang membentuk rantai pasok dan peran dari setiap anggota. Anggota rantai pasok dalam hal ini adalah lembaga atau para pelaku yang terlibat dalam aliran produk, aliran finansial, dan aliran informasi mulai dari petani jagung organik hingga konsumen akhir. Struktur hubungan rantai pasok terdiri dari enam anggota rantai pasok yaitu petani jagung organik, produsen pupuk organik, pedagang pengumpul tingkat desa / Pedagang Kelompok Tani (Poktan), pedagang pengumpul tingkat kecamatan / pedagang Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan), Koperasi Pertanian, Pedagang besar (PB). Sedangkan konsumen terdiri dari konsumen individu (Peternak) dan konsumen industry / *home industry* (pabrik pakan, makanan ringan, bahan produksi tepung,dll).

Menurut Subyarto (1989), sistem tataniaga di negara kita merupakan bagian paling lemah dalam mata rantai perekonomian atau dalam aliran barang-barang. Maksudnya adalah efisiensi di bidang ini masih rendah, sehingga kemungkinannya untuk dipertinggi masih besar. Selanjutnya Rahardjo (1989) menyatakan, bahwa tataniaga yang berjalan sekarang selain merugikan petani juga merugikan konsumen, petani pada saat ini telah bekerja keras namun mereka belum menerima hasil yang seimbang.

Struktur hubungan rantai pasok jagung dapat dilihat pada Gambar 4.3 Setiap anggota dikelompokkan berdasarkan peran yang sama untuk mempermudah pembahasan. Pada rantai pasok jagung di Jawa Timur terdapat tiga saluran

pemasaran. Saluran pertama terdiri dari Petani-Koperasi Petanian-Konsumen Akhir, saluran kedua melibatkan Petani-Poktan-Pedagang Besar-Konsumen Akhir, saluran ketiga melibatkan Petani-Poktan-Gapoktan-Pedagang Besar-Konsumen Akhir. Saat penelitian dilapangan ditemukan 5 petani menggunakan tipe saluran pertama untuk memasarkan jagung, 3 petani menggunakan saluran pemasaran tipe ketiga, dan 7 petani menggunakan saluran pemasaran tipe pertama. Jadi, petani masih cenderung menggunakan saluran pemasaran dengan melibatkan Pedagang Poktan dan Pedagang Besar sebagai agen marketing untuk dialirkan ke konsumen akhir.



**Gambar 4. 2 Saluran Pemasaran Jagung Organik di Jawa Timur**

Struktur rantai pasok melibatkan anggota rantai pasok, setiap anggota rantai pasok melakukan fungsi-fungsi pemasaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.2. Anggota rantai pasok yang dimaksud adalah para pelaku yang tergabung dan memiliki peran didalam rantai pasok jagung organik.

**Tabel 4. 2 Fungsi Pemasaran Anggota Rantai Pasok**

Fungsi	Aktivitas	PPO	Petani	Poktan	Koperasi	Gapoktan	PB
<b>Pertukaran</b>	Jual	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Beli	-	-	✓	✓	✓	✓
<b>Fisik</b>	Angkut	✓	✓	✓	✓	✓	✓

	Simpan	✓	-	✓	✓	✓	✓
	Proses	✓	✓	-	✓	-	✓
<b>Fasilitas</b>	Sortasi	✓	-	-	✓	-	✓
	Grading	✓	-	-	✓	-	✓
	Informasi Harga	✓	✓	✓	✓	-	✓
	Pembiayaan	-	-	✓	-	✓	✓
	Resiko	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Ket: (✓) Melakukan Aktivitas

#### 4.1.3.1 Petani

Petani jagung organik merupakan anggota rantai pasok yang pertama didalam rantai pasok jagung organik di Jawa Timur. Petani memiliki peran penting didalam rantai pasok karena kualitas, kuantitas, dan kontinuitas dari jagung organik sangat ditentukan oleh petani jagung organik. Sebagian petani jagung organik melakukan usahatani jagung organik pada lahan miliki sendiri dan memiliki lokasi berdekatan dengan tempat tinggal, sebagian lainnya merupakan petani penyakap dengan sistem 50:50. Saat penanaman jagung organik, sebagian petani mendapatkan air dari air sumber yang terletak berdekatan dengan lokasi sawah atau kebun dan sebagian lagi mengandalkan hujan.

Petani melakukan aktifitas budidaya jagung organik dimulai dari pengolahan lahan, penanaman, penyiangan, pembumbunan, pengairan, pemupukan, pemanenan, serta pemipilan. Varietas yang digunakan setiap daerah berbeda-beda, untuk jagung organik yang ditanam pada dataran rendah petani menggunakan NK 22 atau NK 33 sedangkan jagung yang digunakan pada dataran tinggi P21 atau P27. Benih hibrida digunakan oleh petani karena terdapat jaminan bahwa benih hibrida dapat menaikkan produktifitas jagung organik menjadi 6 ton/hektar namun begitu hal tersebut tergantung kepada perawatan yang digunakan oleh petani.

Setelah panen, petani mengeringkan jagung sebelum dipipil. Proses pengeringan ini memakan waktu sekitar tiga hari, kemudian setelah jagung dianggap kering maka



petani memipil jagung dengan proses manual yaitu dengan menggunakan tangan dibantu karet ban bekas untuk mempercepat proses pelepasan biji dari tongkol jagung, satu ton jagung membutuhkan empat orang dalam waktu tiga hari. Namun begitu, beberapa petani yang berada di wilayah Kepanjen, Malang sekarang ini telah menggunakan mesin pemipil untuk memipil jagung, mesin pemipil jagung dapat memipil jagung 4-6 ton per jam dengan biaya solar 2-3 liter per jam.

Petani menjual jagung organik kepada pedagang pengumpul desa/Kelompok Tani (Poktan), hal ini telah terjadi bertahun-tahun. Petani memiliki hubungan yang kuat dengan pengumpul desa/Poktan selama bertahun-tahun. Petani mendapatkan banyak bantuan dari pengumpul desa/Poktan sehingga timbul rasa saling percaya yang kuat. Petani mendapatkan bantuan berupa benih dan pupuk dari pengumpul desa/Poktan, sehingga ketika nanti panen pilihan pertama menjual jagung jatuh pada pengumpul desa tersebut, hal tersebut tidak wajib apabila pengumpul desa/Poktan tidak memiliki modal untuk membeli hasil panen petani tersebut. Permasalahan jual beli tersebut adalah, pengumpul desa/Poktan memberikan harga spekulatif kadang rendah dan kadang tinggi terlebih bila petani memiliki hutang yang besar kepada pengumpul desa/Poktan, hal ini berdampak buruk untuk petani karena petani akan kekurangan modal untuk bertani sehingga ketika panen hasilnya tidak baik dan petani akan terburu-buru menjual hasil panen karena ingin membayar hutang tersebut padahal apabila petani mengeringkan jagung maka harganya dapat dibeli lebih tinggi.

#### **4.1.3.2 Produsen Pupuk Organik**

Produsen Pupuk Organik adalah pedagang atau produsen yang berasal dari peternak. Pupuk organik yang digunakan dalam budidaya jagung organik merupakan pupuk yang diambil langsung dan diolah dari limbah peternakan seperti pupuk kandang kambing, pupuk kandang sapi dan sebagainya. Produsen pupuk organik di Jawa Timur yang memproduksi sekaligus sebagai distribusi pupuk organik adalah PT.Gresik Cipta Sejahtera. Dalam aliran yang ada pada pemasaran rantai pasok dalam Gambar 4.2, produsen pupuk organik mensuplai produk mereka kepada Petani langsung. Petani dapat membeli pupuk organik kepada produsen dengan harga yang lebih murah

dibandingkan dengan membeli kepada distributor pupuk organik. Produsen pupuk organik juga mensuplai barang mereka kepada koperasi pertanian (Koptan) Non-Subsidi dan Koptan Subsidi, Pedagang pengumpul desa (Poktan), dan Pedagang Pengumpul Kecamatan (Gapoktan).

Dalam studi kasus di lapangan, pembelian pupuk organik lebih banyak dilakukan oleh petani langsung. Hal ini dikarenakan petani yang tidak ingin mengeluarkan biaya yang lebih besar dengan membeli kepada distributor. Muatan pupuk organik yang besar juga menjadi pertimbangan bagi petani agar tidak mengeluarkan biaya tambahan berupa jasa angkut dan jasa transportasi. Koperasi Pertanian (Koptan) mensuplai pupuk organik dengan jumlah yang tidak begitu besar dan pada saat tertentu pupuk organik juga sulit didapatkan. Pemerintah Indonesia juga telah mengalokasikan dana untuk subsidi pupuk organik guna meningkatkan kesejahteraan petani (Arisandi, Sudarma, & Rantau, 2016). Namun jumlah subsidi yang terbatas dan tidak tepat sasaran dianggap petani kurang untuk mencukupi kebutuhan pupuk mereka. Hal inilah yang membuat petani lebih memilih membeli langsung pupuk organik kepada produsen pupuk organik.

#### **4.1.3.3 Pedagang pengumpul desa/Kelompok Tani (Poktan)**

Pedagang Pengumpul Desa/Kelompok Tani (Poktan) adalah pedagang yang berdomisili di desa petani sampel atau disekitarnya dan membeli jagung organik hanya dari petani. Pada penelitian ini didapatkan Pedagang pengumpul desa sejumlah 15 orang. Dimana dari 15 orang tersebut 1 orang menyalurkan langsung ke peternak ayam organik, 3 orang menyalurkan ke pedagang pengumpul tingkat kecamatan, dan 11 orang menyalurkan langsung ke pedagang besar. Pedagang Pengumpul Desa/Kelompok Tani (Poktan) membeli jagung organik dari petani yang sudah dipipil dan dijemur. Pembelian dapat dilakukan di rumah petani atau di rumah pedagang. Tetapi kebanyakan Poktan melakukan pembelian dengan cara mendatangi petani di rumah petani. Dalam hal ini petani tidak mengeluarkan biaya pengangkutan karena ditanggung oleh Poktan. Volume pembelian jagung oleh Poktan berkisar antara 4-5 ton dalam satu kali transaksi. Pada saat Poktan membeli jagung organik kepada petani,

petani telah mengemas jagung dalam karung berkapasitas 60 – 70 kg jagung kering pipilan. Oleh karena itu ketika akan membeli, mereka mengambil sampel jagung organik yang akan dibelinya dengan cara membuka karung jagung atau menusuk karung tersebut dengan alat tertentu sehingga sampel jagung dalam karung dapat terlihat dan ditentukan harga jagung sesuai kualitas dan kadar airnya.

Poktan mendapatkan jagung organik dari petani yang meminjam uang dan memiliki kedekatan pertemanan dengan Poktan. Pada awalnya Poktan bisa menjual jagung organik kepada siapa saja namun lambat laun karena masalah kurangnya modal maka Poktan tidak bisa lepas dari Pedagang Tingkat Kecamatan (Gapoktan) yang meminjamkan uang kepada mereka. Pada akhirnya Gapoktan bermitra dengan Poktan, para Poktan tersebut diberikan pinjaman berupa benih jagung, pupuk, serta diberikan penyuluhan budidaya jagung organik agar dapat mendampingi budidaya petani sehingga hasil produksi petani tinggi dengan kualitas yang baik, juga diberikan modal kerja yang harus disalurkan kepada petani, dengan begitu hasil panen dari petani tersebut harus disetorkan lagi kepada Gapoktan yang bermitra dengan Poktan. Cara pembayaran yang dilakukan dari Poktan ke petani dibayar dengan cara membayar tunai kepada petani setelah menerima jagung. Hampir tidak ada yang melakukan pembayaran setelah jagung yang dibelinya dari petani laku terjual. Sebelum menjual jagung kepada Pedagang Tingkat Kecamatan atau pedagang besar, biasanya Poktan melakukan penjemuran kembali bila kadar air jagung yang dibelinya masih sangat tinggi.

#### **4.1.3.4 Pedagang pengumpul kecamatan / Gabungan Kelompok Tani(Gapoktan)**

Pedagang pengumpul kecamatan/Gapoktan mendapatkan jagung organik dari pengumpul pedagang desa/Poktan dan Pedagang pengumpul kecamatan juga merangkap bandar untuk komoditas lain seperti hortikultura. Pedagang tingkat kecamatan/Gapoktan hanya memiliki akses pembeli jagung organik yaitu pedagang besar. Kurangnya akses pembeli jagung organik dipengaruhi oleh jarak dari Kecamatan ke tempat Pedagang Besar. Pedagang pengumpul kecamatan/Gapoktan membeli jagung dari pedagang pengumpul desa/Poktan di gudang dalam jumlah yang banyak,

pedagang pengumpul kecamatan kemudian menyimpan jagung organik di gudang untuk dijemur sambil menunggu waktu pengiriman. Jagung organik yang disimpan di gudang Gapoktan disortasi menurut kekeringan sebelum dikirimkan ke gudang pedagang besar.

#### **4.1.3.5 Koperasi Pertanian (Koptan)**

Koperasi yang diteliti merupakan koperasi yang berada di wilayah Kepanjen, Malang, Jawa Timur. Koperasi ini bernama koperasi Mukti Tani dengan jumlah anggota kurang lebih 200 petani dan buruh tani. Koperasi Mukti Tani merupakan koperasi yang telah memiliki jaringan luas dengan Poktan, Gapoktan dan KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan), bahkan koperasi ini mendapatkan bantuan berupa silo (gudang tani), mesin pengering, mesin pemipil, serta mesin pembuat tepung dari pemerintah. Koperasi merupakan penampung jagung organik terbesar setelah pedagang besar, jangkauan koperasi Mukti Tani bukan hanya di Kepanjen, Malang saja namun menyebar hingga wilayah Perbatasan Malang-Blitar. Bukan cuma petani, namun pedagang pengumpul dari daerah lain juga ada yang menjual jagung kepada koperasi ini. Koperasi menjual jagung organik kepada pabrik pakan ternak organik selain pabrik pakan ternak koperasi ini juga menjual jagung kepada peternak ayam petelur dari daerah Malang dan sekitarnya. Pegawai koperasi berasal dari petani atau buruh tani yang berada disekitar. Pengiriman jagung ke pabrik pakan ternak atau peternak ayam petelur dilakukan oleh koperasi dengan menyewa mobil truk karena saat ini koperasi belum memiliki mobil truk sendiri. Koperasi sendiri tidak menerapkan sistem grading kepada jagung yang dibelinya, namun koperasi menerapkan perbedaan harga antara anggota koperasi dan non-anggota koperasi, anggota koperasi akan menerima harga lebih tinggi dibandingkan harga non-anggota koperasi. Koperasi sendiri memiliki kesulitan dalam hal pemasaran jagung organik, karena menurut pengurus koperasi Pabrik pakan ternak dan peternak ayam petelur menerapkan syarat dan standar mutu tinggi didalam syarat jual-beli jagung, sedangkan koperasi tidak menerapkan syarat apapun kepada petani. Selain dengan petani, koperasi membeli jagung dari pengumpul desa/Poktan, namun hanya pengumpul desa yang telah

dipercaya oleh pengurus koperasi saja. Pengumpul desa yang bekerjasama dengan koperasi ini adalah pengumpul desa yang pernah menjadi anggota koperasi atau memiliki keterikatan hutang dengan pengurus koperasi. Pengaliran jagung dari petani ke koperasi memakan waktu kurang lebih satu hari, sedangkan untuk mengalirkan jagung dari koperasi ke pabrik pakan ternak memerlukan waktu kurang lebih 10 hari. Kontrak yang dimiliki pabrik pakan ternak dengan koperasi adalah kontrak *purchasing order* dengan sistem kuota, kontrak kuota biasanya setiap 1000 ton dengan batas waktu maksimal 45 hari. Dalam jangka waktu tersebut koperasi harus menyuplai jagung organik ke pabrik pakan tersebut. Koperasi sendiri tidak melakukan aktivitas bisnis sepanjang tahun, hanya di bulan-bulan tertentu dimana petani memanen jagungnya.

#### **4.1.3.6 Pedagang Besar**

Pedagang besar adalah pedagang jagung dalam jumlah besar, di wilayah Jawa Timur salah satu pedagang besar yang berperan dalam perdagangan jagung organik adalah PT. Niaga Organik yang berlokasi di wilayah Malang. Pada saat penelitian PT. Niaga Organik memiliki sumberdaya berupa mobil truk berjumlah lima buah, satu gudang dengan kapasitas penuh 500 Ton, dan pegawai berjumlah 10-20 orang tergantung kebutuhan. Sebagai pedagang besar PT. Niaga Organik memegang peran besar karena berperan sebagai pemilik sumber daya dan muara untuk jagung yang ada pada pedagang pengumpul desa / Poktan dan pedagang pengumpul kecamatan / Gapoktan. Pada pengaliran jagung, PT. Niaga Organik menjual jagungnya 70% kepada pabrik pakan ternak dan 30% kepada pabrik ayam petelur. Pabrik pakan tersebut berada di wilayah Gresik dan Sidoarjo. Selain kepada pabrik pakan ternak, pedagang besar juga menjual jagung organik pada pabrik ayam petelur yang terletak di Malang dan sekitarnya. PT. Niaga Organik membeli jagung organik dari pedagang pengumpul desa / Poktan dan pedagang pengumpul kecamatan / Gapoktan yang telah bermitra, sistemnya hampir sama dengan *contract farming* dimana PT. Niaga Organik menyuplai kebutuhan sarana produksi pertanian seperti pupuk organik dan benih. Nilai pupuk organik dan benih tersebut akan dibayar setelah pedagang pengumpul desa/Poktan atau pedagang pengumpul kecamatan/Gapoktan menjual jagung organik kepada PT. Niaga

Organik di akhir musim panen. PT. Niaga Organik menerapkan sistem sortasi dan grading didalam pembelian jagung organik kepada pedagang pengumpul desa/Poktan atau pedagang pengumpul kecamatan/ Gapoktan yang bermitra. Jagung organik yang dibeli oleh PT. Niaga Organik dilabeli dengan grade I, grade II, dan grade III masing-masing grade dibedakan berdasarkan tingkat kadar air. Sistem ini sebenarnya diterapkan oleh PT. Niaga Organik agar para mitra yaitu pedagang pengumpul desa/ Poktan dan pedagang pengumpul kecamatan/ Gapoktan dapat membiasakan diri dan mengetahui informasi mengenai kualitas yang dibutuhkan oleh konsumen, sehingga diharapkan kedepannya Poktan dan Gapoktan bersama petani dapat meningkatkan kualitas jagung yang dibutuhkan oleh konsumen.

#### **4.1.3.7 Konsumen Akhir**

Konsumen akhir dari jagung organik di Jawa Timur adalah pabrik pakan ternak organik, peternak ayam petelur, dan masyarakat yang mengonsumsi jagung organik dalam bentuk jagung manis. Pabrik pakan ternak organik mendapatkan jagung dari berbagai supplier baik di Jawa Timur maupun di luar Jawa Timur. Jawa Timur sendiri menyumbangkan jagung kuartal pertama setiap tahun sedangkan di bulan-bulan berikutnya pabrik pakan ternak kesulitan mendapatkan jagung organik di Jawa Timur. Pabrik pakan ternak memiliki peraturan didalam suplai jagung organik sehingga tidak sembarang orang bisa menyuplai jagung, ada persyaratan yaitu kadar air, aflatoksin, dan kuota yang harus dipenuhi oleh supplier jagung, apabila syarat tersebut tidak bisa terpenuhi maka pabrik pakan ternak tidak segan-segan untuk mengembalikan jagung yang dikirimkan kepadanya. Pabrik pakan ternak sendiri mengalami dilema karena di satu sisi membutuhkan jagung organik untuk bahan baku produksi pakan ternak organik mereka namun di sisi lain harus tetap menjaga kualitas pakan ternaknya agar ternak yang memakan pakan ternak tersebut memiliki tingkat kualitas yang diharapkan.

Peternak ayam petelur merupakan konsumen jagung organik selain pabrik pakan ternak. Peternak ayam petelur memiliki spesifikasi jagung tidak seketat pabrik pakan ternak sehingga peternak ayam petelur lebih mudah mendapatkan jagung, selain itu peternak ayam petelur juga tidak menerapkan sistem kontrak / *purchasing order*

seperti yang diterapkan pabrik pakan kepada para suppliernya, namun pabrik pakan ternak sendiri tidak dapat menerima jagung dalam jumlah yang besar, disesuaikan dengan jumlah ternaknya. Peternak ayam petelur memiliki harga beli lebih tinggi dibandingkan dengan pabrik pakan ternak. Peternak ayam petelur sendiri mendapatkan suplai dari pedagang besar ataupun koperasi kecil yang tersebar di wilayah Jawa Timur.

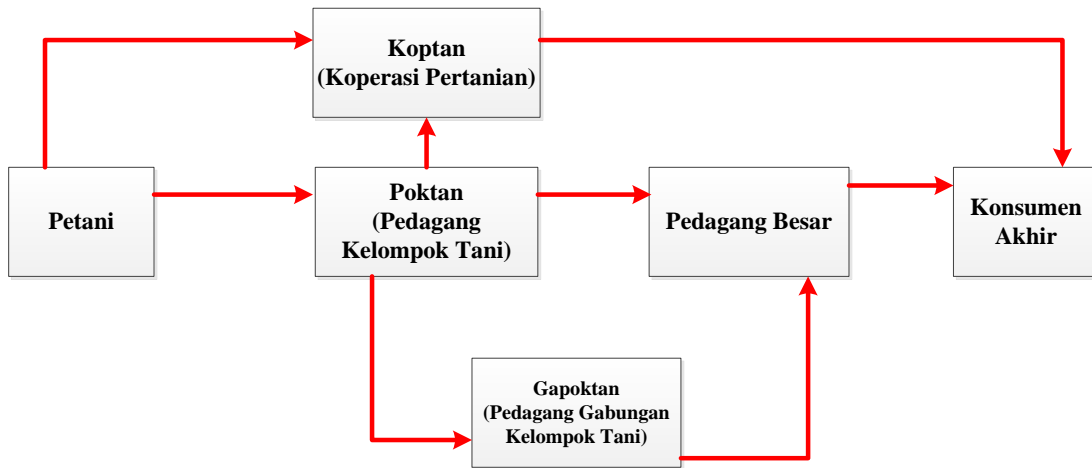
#### **4.1.4 Identifikasi Pola Distribusi Dalam Rantai Pasok**

Pola distribusi pada rantai pasok jagung organik di Jawa Timur menggambarkan aliran produk, aliran finansial, aliran informasi, dan aliran pupuk organik yang terjadi antar anggota rantai. Hal-hal yang dibahas meliputi kelancaran keempat aliran apakah berjalan dengan lancar atau tidak, bagaimana pelaksanaannya, dan apa kendala yang dihadapi dalam setiap aliran ini

##### **4.1.4.1 Aliran Produk**

Aliran produk berawal dari petani dimana petani menanam jagung organik antara 70-100 hari. Kemudian proses pengeringan jagung yang berlangsung antara 3-7 hari tergantung banyaknya hasil panen. Jagung selanjutnya dijual kepada pedagang pengumpul desa/Poktan atau pedagang pengumpul kecamatan / Gapoktan untuk dialirkan kepada pembeli yang lebih besar (Pedagang Besar). Di tangan Poktan dan Gapoktan jagung organik disimpan dan dikeringkan agar tidak tumbuh jamur, waktu yang dibutuhkan antara 2-5 hari sampai dijual. Proses sortasi, grading, dan pengeringan terakhir dilakukan oleh anggota rantai pasok yang berhubungan langsung dengan konsumen akhir. Aliran produk jagung organik dari petani hingga pedagang besar belum terintegrasi dengan baik, belum ada siklus yang pasti sehingga baik waktu pengiriman ataupun kuota yang dikirim tidak bisa diprediksi dengan baik, sedangkan aliran produk dari pedagang besar ke konsumen dapat diprediksi baik kuota, waktu pengiriman, dan harga yang diperoleh. Resiko pedagang besar antara lain, pedagang rentan terhadap penyusutan jagung ketika jagung disimpan di gudang, selain itu jagung yang disimpan digudang juga rentan busuk, saat pengaliran ke pembeli tidak jarang pedagang besar mengalami penolakan yang menyebabkan kerugian tidak sedikit. Pedagang besar didalam menyalurkan jagung kepada industri sudah berupa badan

usaha yang memiliki dasar hukum (perusahaan) karena apabila tidak berupa perusahaan, pihak PPT tidak mau berdagang



**Gambar 4. 3 Aliran Produk Rantai Pasok Jagung Organik**

#### **4.1.4.2 Aliran Finansial**

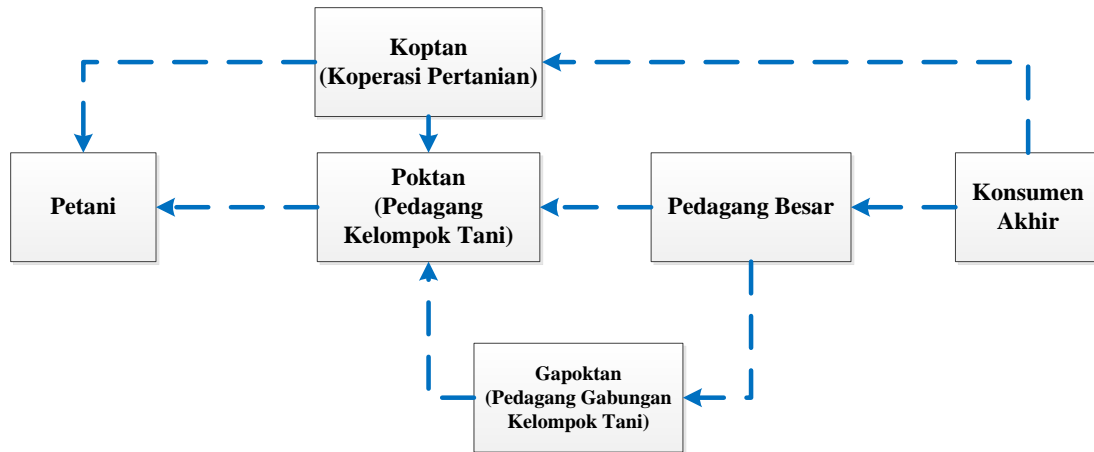
Aliran finansial berawal dari pedagang besar dimana pedagang besar mengalirkan uang kepada Gapoktan dan Poktan. Poktan kemudian mengalirkan uang tersebut kepada petani. Petani sendiri meminjam modal kepada Poktan tanpa jaminan apaapa hanya bermodal kepercayaan dan faktor kedekatan. Pinjaman sendiri dikatakan sebagai pinjaman pribadi bukan modal usaha. Biasanya pinjaman ini berupa benih, pupuk, dan uang.

Dalam aliran finansial ini petani memiliki resiko yaitu gagal panen, akibat dari kegagalan panen ini petani tidak bisa membayar hutang-hutangnya, sehingga petani memiliki keterikatan hutang yang tidak bisa lepas pada lembaga pemasaran lainnya yang menampung jagung tersebut. Poktan pada umumnya memiliki resiko yang cenderung lebih sedikit, resiko yang dimiliki Poktan adalah apabila petani gagal panen maka petani tidak bisa membayar hutangnya pada musim ini sehingga petani akan membayar hutang pada musim panen tahun depan, kerugian Poktan adalah modal Poktan mandek sehingga Poktan membutuhkan uang yang lebih banyak untuk tahun



depan. Dalam penelitian ditemukan sistem hutang piutang antara Poktan dan petani yang sudah sangat lama terjalin sehingga timbul kepercayaan satu sama lain

Pengelolaan aliran finansial rantai pasok jagung organik di Jawa Timur bisa dikatakan sistem keuangan yang ada pada pengaliran jagung ini sudah dikelola dengan baik, kekurangannya hanya pada tidak adanya kesepakatan tertulis di tingkat petani (produsen) ke selanjutnya yaitu Poktan maupun pedagang perantara.

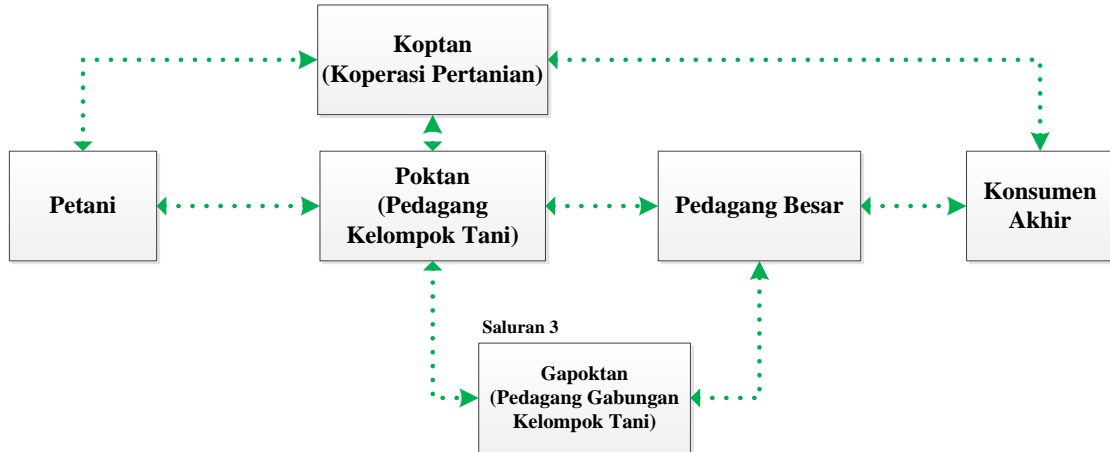


**Gambar 4. 4 Aliran Finansial Rantai Pasok Jagung Organik**

#### 4.1.4.3 Aliran Informasi

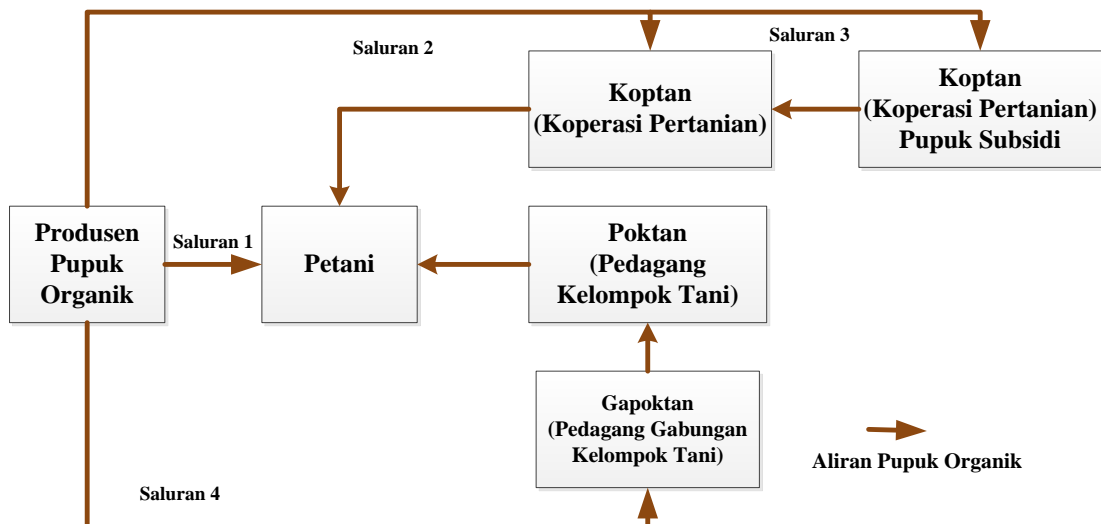
Aliran informasi yang terjadi antara anggota rantai pasok adalah harga, informasi jenis benih, informasi jenis pupuk, teknik budidaya, dan penerapan teknologi. Informasi soal harga terjadi antar pelaku yang terlibat didalam aliran finansial, informasi tersebut mengalir dari pabrik ke Kelompok Tani (Poktan) dan ke petani. Informasi mengenai benih berasal dari pedagang besar yang bekerja sama dengan distributor benih untuk digunakan oleh petani, sehingga informasinya mengalir ke Kelompok Tani (Poktan) kemudian ke petani. Kelemahan arus informasi pada rantai pasok jagung organik yaitu permintaan dan ketersediaan jagung organik baik kuantiti maupun harga terkadang tidak tercatat dengan baik sehingga informasi yang didapatkan anggota rantai pasok simpang siur yang menyebabkan fluktuasi pada harga. Pemerintah memiliki peran didalam pengaliran informasi terutama mengenai budidaya. Aliran informasi terjadi antar lembaga pendukung terkait seperti aliran informasi dari

pemerintah ke petani ataupun sebaliknya. Petani menginformasikan mengenai kendala proses budidaya jagung organik kemudian pemerintah akan mencoba membantu memberikan solusi kepada petani.



**Gambar 4. 5 Aliran Informasi Rantai Pasok Jagung Organik**

#### 4.1.4.4 Aliran Pupuk Organik



**Gambar 4. 6 Aliran Pupuk Organik Rantai Pasok Jagung Organik**

Aliran pupuk organik dalam rantai pasok yang terjadi adalah harga, informasi jenis pupuk, biaya angkut dan ketersediaan. Aliran pupuk organik terjadi antar pelaku yang terlibat didalam aliran rantai pasok, produk pupuk organik mengalir dari produsen

ke petani langsung, produsen ke koperasi pertanian kemudian disalurkan ke petani, produsen ke gapoktan untuk disalurkan ke poktan dan ke petani, produsen ke gapoktan untuk disalurkan ke petani langsung. Dalam studi di lapangan, produsen lebih banyak menjual ke petani langsung, mengingat kebutuhan pupuk organik yang tidak sedikit dan biaya transportasi yang mahal menjadi pertimbangan petani untuk membeli langsung pasokan pupuk mereka langsung ke produsen. Pupuk organik yang dijual di koperasi pertanian merupakan hasil kerjasama antara produsen dengan koperasi dengan sistem bagi hasil keuntungan 50:50. Kelemahan aliran pupuk organik pada rantai pasok jagung organik yaitu permintaan dan ketersediaan pupuk organik baik kuantiti maupun harga terkadang tidak tercatat dengan baik sehingga informasi yang didapatkan anggota rantai pasok simpang siur yang menyebabkan fluktuasi pada harga. Pemerintah memiliki peran didalam pengaliran pupuk organik terutama mengenai pengendalian harga. Petani menginformasikan mengenai kendala pembelian pupuk organik kemudian pemerintah akan mencoba membantu memberikan solusi kepada petani.

#### **4.1.4.5 Resiko dan trust building**

Penyaluran jagung organik didalam rantai pasok dibangun bertahun-tahun sehingga tercipta distribusi sekarang ini. Setiap anggota rantai pasok memiliki resiko masing-masing dalam proses bisnis rantai pasok ini. Petani, memiliki resiko yaitu gagal panen, akibat dari kegagalan panen ini petani tidak bisa membayar hutang-hutangnya, sehingga petani memiliki keterikatan hutang yang tidak bisa lepas pada lembaga pemasaran lainnya yang menampung jagung tersebut. Produsen memiliki resiko berupa kualitas dan mutu pupuk organik yang disediakan tidak sesuai harapan atau tidak dapat memenuhi permintaan pupuk organik. Pedagang pengumpul di desa pada umumnya memiliki resiko yang cenderung lebih sedikit, resiko yang dimiliki Poktan adalah apabila petani gagal panen maka petani tidak bisa membayar hutangnya pada musim ini sehingga petani akan membayar hutang pada musim panen tahun depan, kerugian Poktan adalah modal Poktan mandek atau berhenti sehingga Poktan membutuhkan uang yang lebih banyak untuk tahun depan, karena hal ini pula banyak Poktan yang akhirnya berhutang kepada pedagang besar. Dalam penelitian ditemukan sistem hutang

piutang antara Poktan dan petani yang sudah sangat lama terjalin sehingga timbul kepercayaan satu sama lain. Pedagang besar sudah lama berdagang jagung organik, pedagang besar memegang resiko penuh atas jagung yang disimpan digudang dan disalurkan, selain itu pedagang besar juga memegang kendali dalam menentukan siapa pembeli yang berhak membeli jagungnya. Resiko pedagang besar antara lain, pedagang rentan terhadap penyusutan jagung ketika jagung disimpan di gudang, selain itu jagung yang disimpan digudang juga rentan busuk, saat pengaliran ke pembeli tidak jarang pedagang besar mengalami penolakan yang menyebabkan kerugian tidak sedikit. Pedagang besar didalam menyalurkan jagung kepada industri sudah berupa badan usaha yang memiliki dasar hukum (perusahaan) karena apabila tidak berupa perusahaan, pabrik pakan ternak tidak mau berdagang.

## 4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan wawancara di 15 Petani Jagung Organik yang juga merupakan pengurus dari KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan) tersebar di Provinsi Jawa Timur. Periode data yang diambil dalam pembangunan model ini adalah tahun 2007 sampai 2017. Adapun rincian pengambilan data tertera dalam Tabel 4.3 berikut:

**Tabel 4. 3 Rincian Pengambilan Data**

Alamat	Kota	Jumlah Wawancara Petani
Desa Bangelan	Malang	5
Desa Brenjonk	Mojokerto	3
Desa Paeloan	Banyuwangi	4
Desa Sidoharjo	Pacitan	3

### 4.2.1 Identitas Narasumber

Berikut ini adalah identitas narasumber yang digunakan dalam penelitian yang tertera pada Tabel 4.4 berikut:

**Tabel 4. 4 Identitas Narasumber dalam penelitian**

<b>No</b>	<b>Nama</b>	<b>Alamat</b>	<b>Lama Menjadi Petani Jagung Organik</b>	<b>Pengalaman terkait pengelolaan pertanian</b>
1	Heru Waskito	RT 01 RW 02 Desa Bangelan, Wonosari Malang	25 Tahun	Sekretaris 1 KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan) Kabupaten Malang, Ketua Gapoktan
2	Gatot Permadi	Desa Wagir, Kepanjen Malang	30 Tahun	Sekretaris 2 KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan) Kabupaten Malang, Bendahara Gapoktan
3	Hari Purwantoro	Desa Wagir, Kepanjen Malang	27 Tahun	Anggota KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan Kabupaten Malang), Anggota Poktan Kepanjen
4	Yasak Adi Sumekto	Desa Wagir, Kepanjen Malang	30 Tahun	Anggota KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan Kabupaten Malang), Anggota Poktan Kepanjen
5	Slamet Pambudi	Desa Wagir, Kepanjen Malang	30 Tahun	Anggota KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan Kabupaten Malang), Anggota Poktan Kepanjen
6	Fahri (Sentra Organik)	Komunitas Pertanian Organik Brenjonk, Mojokerto	15 Tahun	Anggota KTNA (Kontak Tani nelayan Andalan) Mojokerto, Anggota Gapoktan dan pengelola Poktan desa Brenjonk
7	Imam Wahyudi	Komunitas Pertanian Organik Brenjonk, Mojokerto	10 Tahun	Anggota KTNA (Kontak Tani nelayan Andalan) Mojokerto, Anggota Poktan desa Brenjonk
8	Sadali	Komunitas Pertanian Organik Brenjonk, Mojokerto	7 Tahun	Anggota KTNA (Kontak Tani nelayan Andalan) Mojokerto, pengelola Poktan desa Brenjonk
9	Dadang Nur	Desa Paeolan, Sumberbaru, Singojuruh Banyuwangi	20 Tahun	Anggota Gapoktan Singojuruh Banyuwangi
10	Mustofa Ka'am	Desa Paeolan, Sumberbaru, Singojuruh Banyuwangi	12 Tahun	Bendahara KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan) Kabupaten Banyuwangi

11	Alim	Desa Paeolan, Sumberbaru, Singojuruh Banyuwangi	10 Tahun	Anggota Gapoktan Singojuruh Banyuwangi
12	Damarudin (Udin)	Desa Paeolan, Sumberbaru, Singojuruh Banyuwangi	20 Tahun	Anggota Gapoktan dan pengelola Poktan desa Paeolan, Singojuruh Banyuwangi
13	Dadang	Desa Plelen, Sidoharjo, Pacitan	12 Tahun	Anggota Gapoktan Kabupaten Pacitan, pengelola Poktan
14	Wanto Subekti	Desa Plelen, Sidoharjo, Pacitan	8 Tahun	Anggota Gapoktan Kabupaten Pacitan, pengelola Poktan
15	Amroni Yusuf Husaini	Desa Plelen, Sidoharjo, Pacitan	9 Tahun	Anggota Gapoktan Kabupaten Pacitan, pengelola Poktan

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Populasi penduduk Jawa Timur
2. Luas Lahan Jagung Organik
3. Luas Panen Jagung Organik
4. Produktivitas lahan per hektar
5. Jumlah Produksi Jagung Organik
6. Harga Jagung Organik Pipilan
7. Harga Jagung Manis Organik
8. Nilai Permintaan jagung Organik
9. Harga Pupuk Organik Produsen (Petroganik)
10. Harga Pupuk Organik pada Distributor

#### 4.3 Basemodel Development

*Basemodel development* merupakan tahap pengembangan model dalam penelitian untuk menggambarkan rantai pasok produksi jagung organik dalam tahapan on-farm level. Tahapan-tahapan dalam *basemodel development* ini antara lain CLD (Causal Loop Diagram), SFD (Stock dan Flow Diagram), analisis dan interpretasi hasil.

#### 4.3.1 Causal Loop Diagram

Pada tahap ini adalah pembuatan model sistem, model ini digambarkan dalam *causal loop diagram* atau diagram kausatik. Diagram ini digunakan untuk menggambarkan sistem secara umum yang selanjutnya akan dilakukan simulasi dengan pendekatan sistem dinamik. Pembuatan diagram kausatik ini didasarkan dari hasil tahapan pengumpulan data dan kajian pustaka. Diagram kausatik yang akan dibuat akan menggambarkan sistem rantai pasok produksi jagung organik dalam tahapan *on-farm level* jagung untuk mendukung *Smart Agriculture*. Proses umpan balik dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu :

1. Umpan balik positif

Umpan balik ini menciptakan proses pertumbuhan, dimana suatu kejadian dapat menimbulkan akibat yang akan memperbesar kejadian berikutnya secara terus menerus. Umpan balik ini dapat menyebabkan ketidakstabilan, ketidakseimbangan, serta pertumbuhan yang kontinyu

2. Umpan balik negative

Umpan balik ini berusaha menciptakan keseimbangan dengan memberikan koreksi agar tujuan dapat dicapai.

Berikut ini merupakan diagram *causal loop* yang digunakan dalam penelitian.





Sehingga jika semakin besar produksi yang didapatkan dengan lahan yang semakin sempit, maka produktifitasnya tinggi.

Karakteristik berikutnya dari *smart agriculture* adalah *resilience*. *Resilience* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kemampuan atau ketahanan jagung organik dalam *on-farm* yang memungkinkan untuk menghadapi, mencegah, meminimalkan dan bahkan menghilangkan faktor-faktor yang dapat merugikan dari produksi jagung organik. Berdasarkan pengertian tersebut, maka dalam produksi jagung organik ini dibutuhkan sebuah teknik atau cara untuk mengefektifkan dan mengefisiensikan proses pada produksi demi ketahanan jagung dalam masa penanaman sampai masa panen. Berdasarkan pada diagram kausatik pada penelitian ini, variabel *organic consumption* merupakan variabel utama dalam menentukan ketahanan jagung organik.

Menurut (Roth, 2010), unsur karbon yang terdapat dalam bahan organik merupakan substrat bagi mikroorganisme tanah, sehingga semakin tinggi kandungan bahan organik, populasi mikroorganisme pun semakin tinggi. Dengan demikian kegiatan mikroorganisme tanah cenderung meningkat yang secara tidak langsung akan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanaman. Sehingga dapat dipastikan bahwa penggunaan bahan (pupuk, bibit, dan nutrisi) organik pada tanaman jagung dapat menambah ketahanan dari jagung itu dan dapat menambah jumlah panen yang mempengaruhi dari nilai produksi jagung organik.

Karakteristik terakhir dari *smart agriculture* adalah mitigasi. Mitigasi pada penelitian ini merupakan serangkaian upaya untuk mengurangi emisi udara atau pencemaran udara yang dihasilkan dari produksi jagung organik pada *on-farm level*. Mitigasi ini diperlukan karena berpengaruh terhadap lingkungan dan berdampak pada kesehatan petani/pekerja yang berada pada di area pertanian tersebut. Sehingga diperlukan sebuah cara untuk menurunkan emisi yang dihasilkan sehingga tidak berdampak pada kesehatan petani. Dalam diagram kausatik penelitian ini, bahwa emisi yang dihasilkan dari produksi jagung ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsumsi bahan bakar untuk pertanian.

Kemungkinan masalah terburuk dari emisi CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> adalah bahwa peningkatan CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> akan meningkatkan suhu di seluruh bumi. Metana (CH<sub>4</sub>) lebih banyak dihasilkan aktivitas pertanian seperti lahan sawah, usaha peternakan dan limbah biomassa. Sedangkan emisi CO<sub>2</sub> oleh kegiatan pertanian bersumber dari pembakaran limbah dan konsumsi pupuk. Limbah pertanian jagung organik pada umumnya digunakan untuk pakan ternak, sedangkan jagung organik tidak mengkonsumsi pupuk karena menggunakan pupuk organik

Menurut (Roth, 2010), konsentrasi CO<sub>2</sub> atmosfer bumi saat ini hampir 390 bagian per juta (ppm). Stimulasi pertumbuhan ini terjadi karena CO<sub>2</sub> merupakan salah satu dari tiga bahan baku yang dibutuhkan untuk fotosintesis tanaman yaitu air, nutrisi dan CO<sub>2</sub>. Sedangkan peningkatan CO<sub>2</sub> yang berlebih pada tanaman akan membuat tanaman membutuhkan ekstra air baik untuk mempertahankan pertumbuhan yang lebih besar serta untuk mengkompensasi penguapan kelembaban yang lebih besar dengan meningkatnya panas.

#### **4.3.2 Stock dan Flow Diagram Model**

Setelah didapatkan hubungan antar variabel, selanjutnya dilakukan pembuatan flow diagram base model. Pemodelan dilakukan untuk verifikasi dan validasi hubungan antar variabel (formulasi model) untuk kesesuaian model dengan sistem nyatanya.

##### **4.3.2.1 Sub Model Populasi dan Permintaan Jagung Organik**

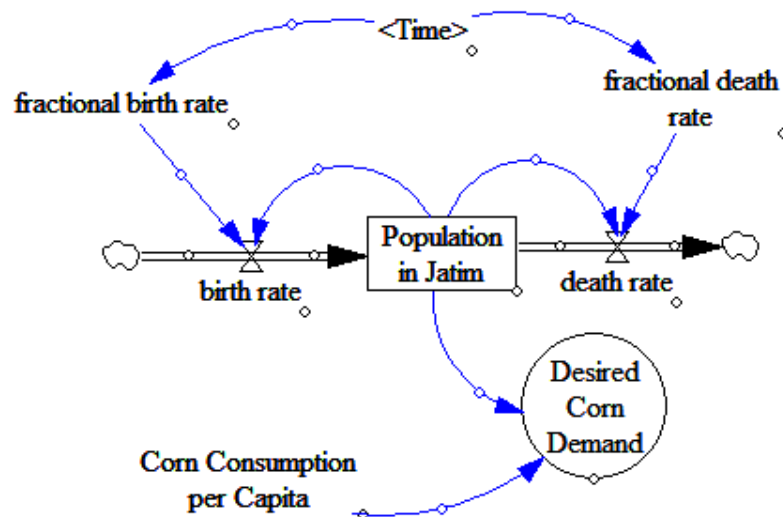
Pada tahun 2017 jumlah penduduk Jawa Timur mencapai 39,29 juta jiwa, dengan angka kelahiran 585 per 1000 orang per tahun dan angka kematian 317.4 per 1000 orang pertahun (Badan Pusat Statistik, 2013). Sebagian besar penduduk Jawa Timur mengkonsumsi jagung sebagai makanan pokok pengganti beras. Konsumsi Jagung Organik dapat dikategorikan menjadi 2 bagian, yaitu konsumsi jagung pipilan untuk industri dan jagung manis untuk konsumsi skala rumah tangga.

Jumlah konsumsi per kapita penduduk Jawa Timur dan jumlah penduduk Jawa Timur berhubungan dengan jumlah permintaan jagung yang dibutuhkan untuk konsumsi jagung di Jawa Timur. Berikut adalah data populasi di Jawa Timur menurut Badan Pusat Statistik 2007-2017 yang ditunjukkan pada Tabel 4.5

**Tabel 4. 5 Populasi Penduduk Jawa Timur**

Tahun	Jumlah Populasi (Juta Jiwa)
2007	36506003
2008	37100570
2009	37310619
2010	37565706
2011	37840657
2012	38106590
2013	38363195
2014	38610202
2015	38847561
2016	39075152
2017	39292972

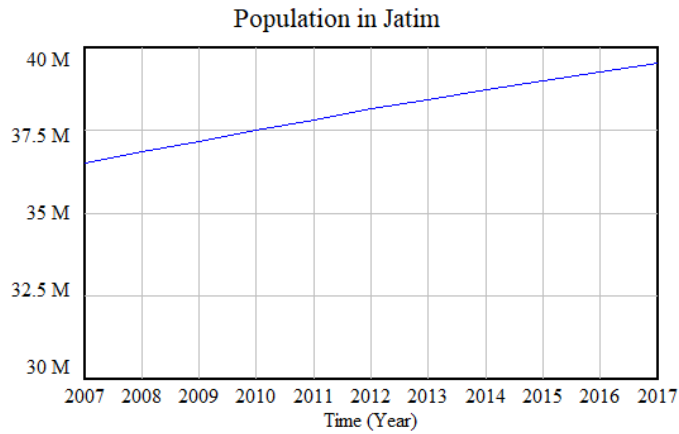
Berikut ini merupakan sub model populasi di Jawa Timur, serta permintaan jagung organik di Jawa Timur yang ditujukan pada Gambar 4.8



**Gambar 4. 8 Flow Diagram Populasi dan Permintaan**

Gambar 4.8 diatas adalah sub model populasi dan permintaan Jagung Organik di Jawa Timur. Laju pertumbuhan penduduk didapatkan dari laju kelahiran dikurangi laju

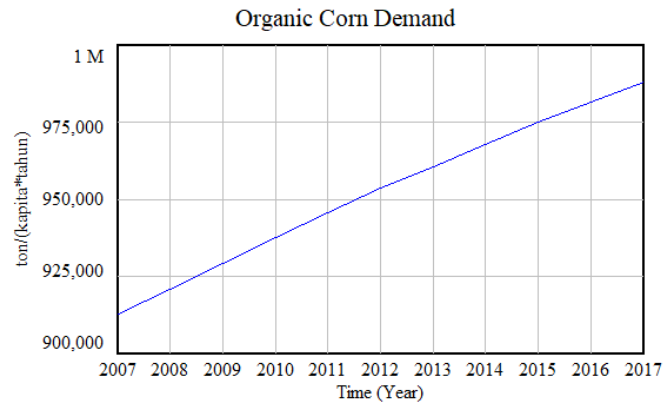
kematian. Penambahan jumlah penduduk ini mempengaruhi besarnya permintaan konsumsi Jagung Organik di Jawa Timur. Hasil grafik sub model populasi di Jawa Timur terlihat pada Gambar 4.9



**Gambar 4. 9 Grafik Populasi Penduduk Jawa Timur**

Jumlah permintaan jagung organik yang dibutuhkan untuk konsumsi jagung organik di Jawa Timur dipengaruhi oleh konsumsi per kapita dan jumlah penduduk pada tahun tertentu. Permintaan jagung organik Jawa Timur merupakan total populasi di Jawa Timur dikalikan dengan rata-rata konsumsi jagung organik per kapita per tahunnya. Konsumsi jagung organik di Jawa Timur pada Tahun 2017 mencapai 25 kg/tahun (Ktna Kabupaten Malang,2018)

Berikut adalah hasil grafik sub model permintaan jagung organik di Jawa Timur yang terlihat pada Gambar 4.10. Semakin meningkat permintaan jagung organik, maka akan berdampak pada ketersediaan jagung organik di Jawa Timur.



**Gambar 4. 10 Grafik Permintaan Jagung Organik**

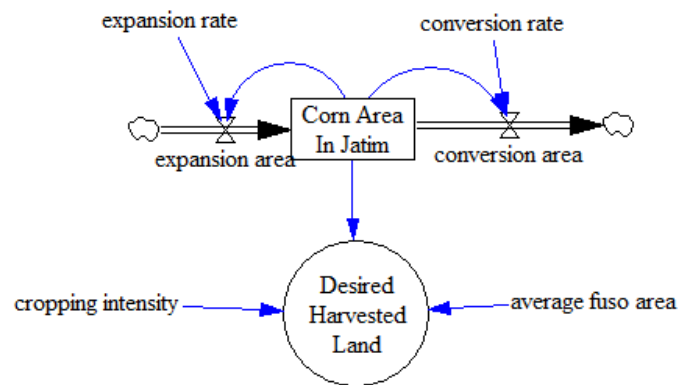
#### 4.3.2.2 Sub Model Luas Lahan dan Luas Panen

Luas lahan adalah luas lahan sawah yang secara fisik dapat diukur. Sedangkan luas panen adalah luas lahan yang dipanen hasilnya setelah tanaman tersebut cukup umur. Luas panen mempengaruhi produksi jagung organik, apabila luas panen semakin luas maka produksi jagung organik semakin besar, dan sebaliknya. Tabel 4.6 merupakan data perkembangan luas lahan dan luas panen di Jawa Timur menurut data yang diolah dari KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan) Jawa Timur.

**Tabel 4. 6 Luas Lahan dan Luas Panen**

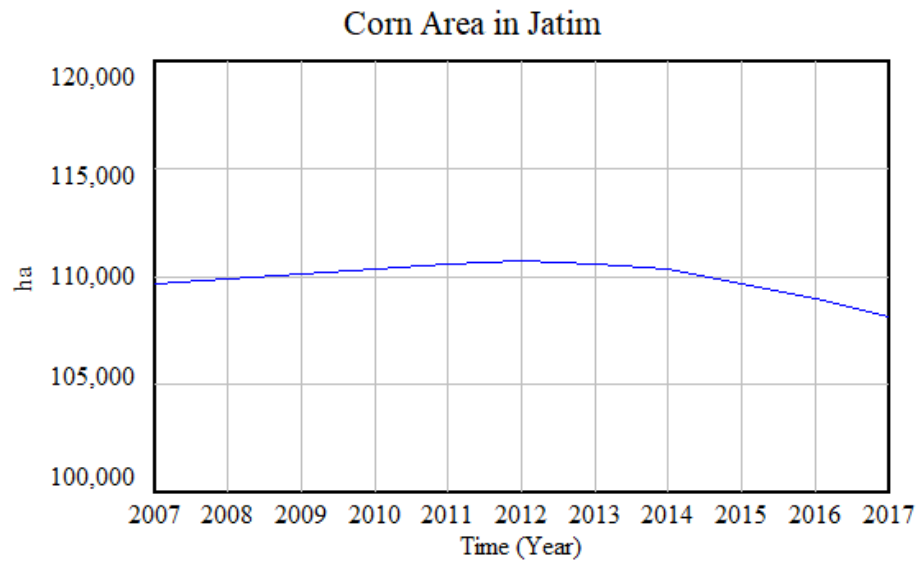
Tahun	Luas Lahan (ha)	Luas Panen (ha)
2007	109660	173604
2008	110857	177488
2009	110051	190483
2010	110727	196398
2011	110664	192679
2012	110555	197571
2013	110292	203702
2014	110176	207263
2015	109175	215207
2016	108983	227846
2017	108791	229198

Luas lahan dipengaruhi oleh besarnya laju pembukaan lahan baru dan laju konversi lahan. Sedangkan luas panen dipengaruhi oleh intensitas pertanian suatu lahan. Intensitas pertanian adalah frekuensi tanam pada suatu lahan sawah dalam satu tahun. Penurunan luas panen dipengaruhi oleh luas puso/luas lahan gagal panen. Gagal panen biasanya diakibatkan oleh serangan hama atau penyakit. Serangan hama atau penyakit apabila tidak ditangani dengan baik akan menyebabkan lahan jagung organik gagal panen. Selain itu perubahan iklim juga dapat mengakibatkan penurunan luas panen. Curah hujan yang tinggi akan menyebabkan banjir yang membuat lahan tergenang dan gagal panen. Berikut ini adalah sub model luas panen jagung organik di Jawa Timur yang ditunjukkan oleh Gambar 4.11.

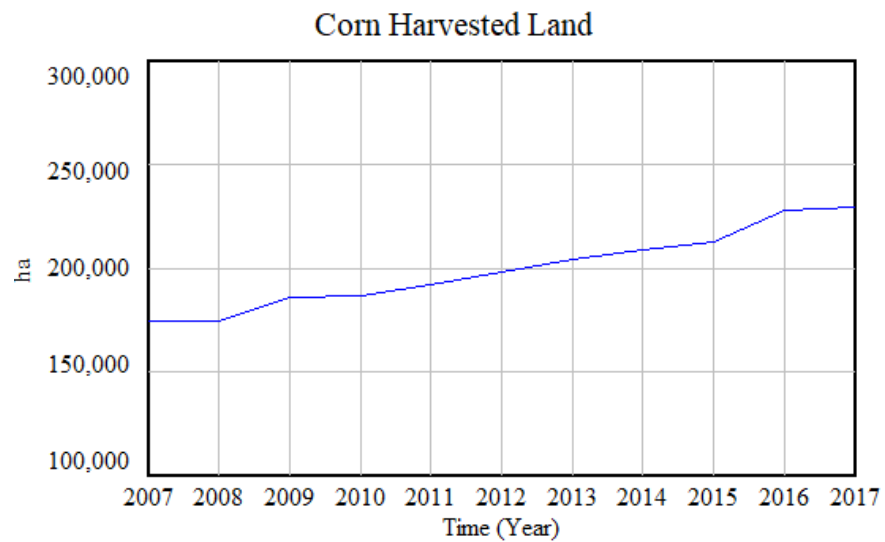


**Gambar 4. 11 Sub Model Luas Panen Jagung Organik di Jawa Timur**

Selama periode 2007-2013, luas sawah Jawa Timur memiliki rata-rata laju penambahan lahan sawah sebesar 40 ribu hektare setiap tahunnya, sedangkan laju konversi lahan sawah selama periode tersebut sebesar 100 ribu hektare per tahun (Bappeda Jatim, 2014), dengan rata-rata intensitas pertanian di Jawa Timur sebesar 1,85. Berikut adalah grafik dari luas sawah dan luas panen di Jawa Timur:



**Gambar 4. 12 Grafik Luas Sawah**



**Gambar 4. 13 Grafik Luas Panen**

Secara umum grafik luas sawah di Jawa Timur mengalami penurunan. Sementara luas panen di Jawa Timur selalu meningkat, dan rata-rata peningkatan luas panen di Jawa Timur adalah 2.84% per tahun.

#### **4.3.2.3 Sub Model Produktivitas Lahan dan Produksi**

Menurut dinas pertanian Jawa Timur (2018), tingkat produktivitas lahan dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, diantaranya penggunaan pupuk 25 persen,

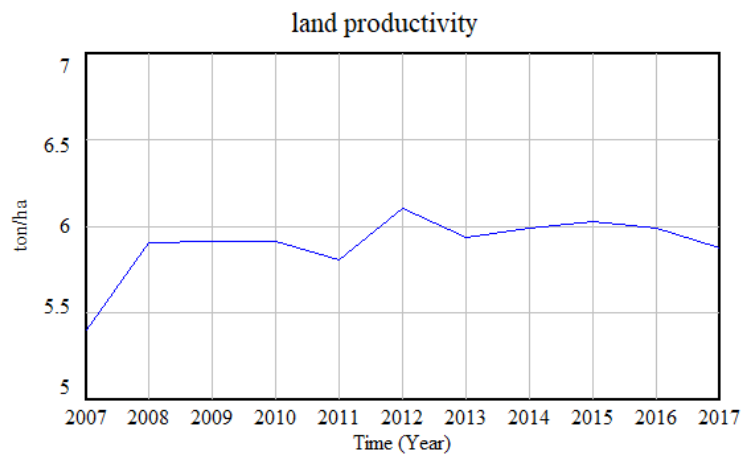




**Tabel 4. 7 Produktivitas Lahan dan Produksi Jagung Organik Jawa Timur**

Tahun	Produktivitas Lahan ( ton/ha)	Produksi ( ton)
2007	5.41	940202
2008	5.90	1047477
2009	5.91	1125908
2010	5.9	1164377
2011	5.50	1057654
2012	6.17	1219870
2013	5.91	1204934
2014	5.98	1239704
2015	6.11	1315496
2016	5.9	1363370
2017	5.72	1312541

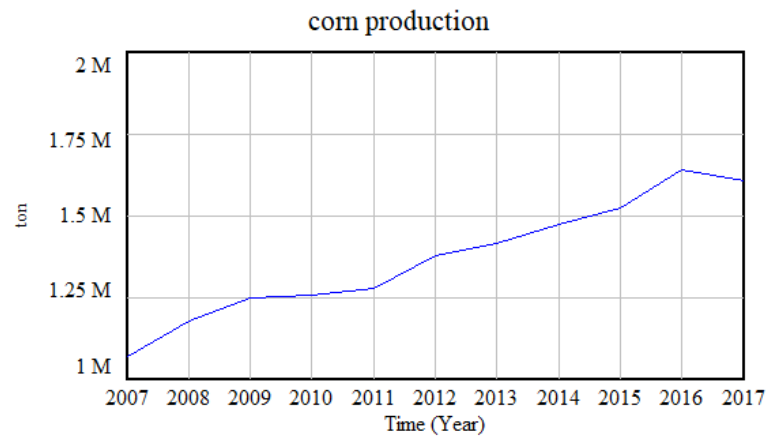
Secara umum produktivitas lahan mengalami peningkatan dari tahun 2007-2017. Menurut data, produktivitas lahan di Jawa Timur pada tahun 2012 mencapai 6.17 ton/ha, yang merupakan produktivitas lahan tertinggi selama periode 2007-2017.



**Gambar 4. 15 Grafik Produktivitas Lahan**

Produksi jagung organik dipengaruhi oleh luas panen dan produktivitas lahan. Semakin luas lahan panennya dan semakin tinggi tingkat produktivitasnya maka

semakin tinggi tingkat produksi jagung organiknya. Berikut adalah grafik perkembangan produksi jagung organik di Jawa Timur

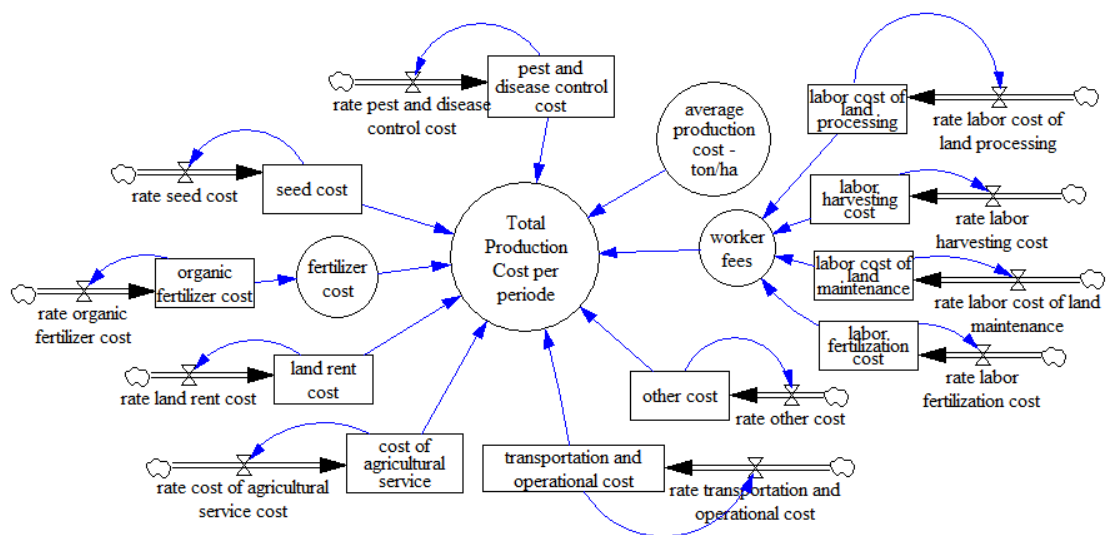


**Gambar 4. 16 Grafik Produksi Jagung Organik di Jawa Timur**

Secara umum grafik produksi Jagung Organik di Jawa Timur selalu meningkat, dan rata-rata peningkatan produksi Jagung Organik di Jawa Timur adalah 3.4% per tahun.

#### **4.3.2.4 Sub Model Biaya Produksi**

Sub model biaya mendeskripsikan seluruh biaya tanam dan biaya produksi Jagung Organik untuk mengetahui rata-rata biaya produksi per kilogram. Dalam model ini meliputi biaya sewa lahan, tenaga kerja, pupuk, benih, dan sebagainya. Berikut adalah model dari biaya produksi.



**Gambar 4. 17 Model Biaya Produksi**

Menurut BPS (2015), biaya tenaga kerja merupakan biaya paling tinggi dari pembentukan biaya produksi, yaitu sebesar 36.22% dari total seluruh biaya produksi, disusul sewa lahan dan biaya pupuk, masing masing sebesar 29.92% dan 10.24%.

#### 4.3.2.5 Sub Model Harga Jagung Organik

Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap harga jagung organik di tingkat petani adalah laju inflasi dan keseimbangan antara jumlah pasokan dan kebutuhan. Pendapatan petani dipengaruhi oleh harga jual jagung organik dan biaya produksi. Harga Jagung Organik di tingkat konsumen terbentuk dari harga dasar Jagung Organik pipil yang dipanen. Berikut pada tabel 4.8 adalah perkembangan harga Jagung Organik tingkat petani di Jawa Timur menurut Kelompok Tani Nelayan Andalan 2007-2017.

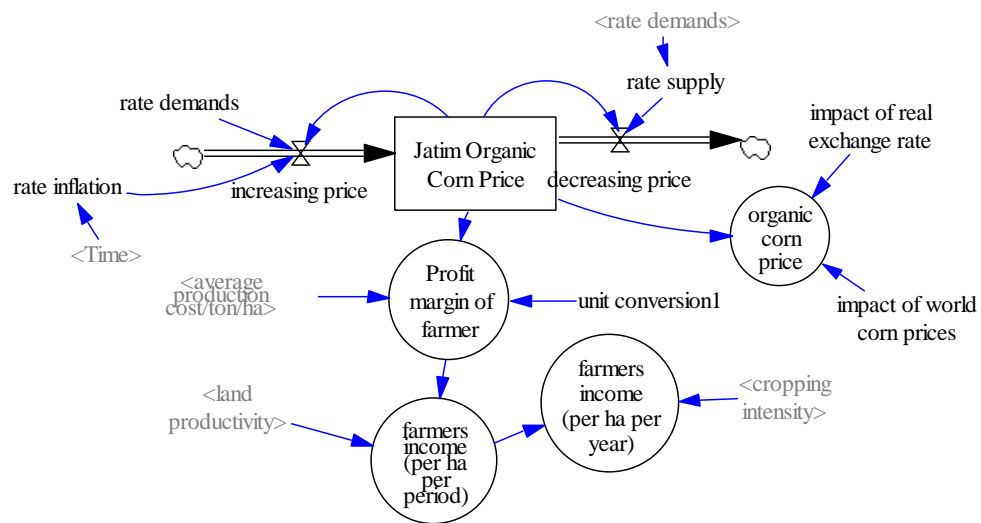
**Tabel 4. 8 Harga Jagung Organik di Tingkat Petani**

Tahun	Jagung Pipil Organik (Rupiah/kg)
2007	2800
2008	3000
2009	3200
2010	3300
2011	3500

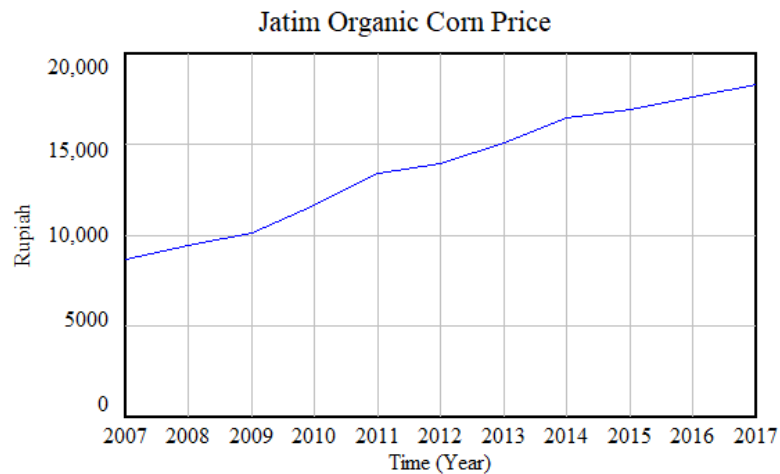
2012	4000
2013	4700
2014	4500
2015	5300
2016	5800
2017	7800

\*\*Harga merupakan estimasi dari petani Jagung Jawa Timur, 2018

Pada gambar 4.18 merupakan model harga jagung organik di provinsi Jawa Timur.



**Gambar 4. 18 Model Harga Jagung Organik**

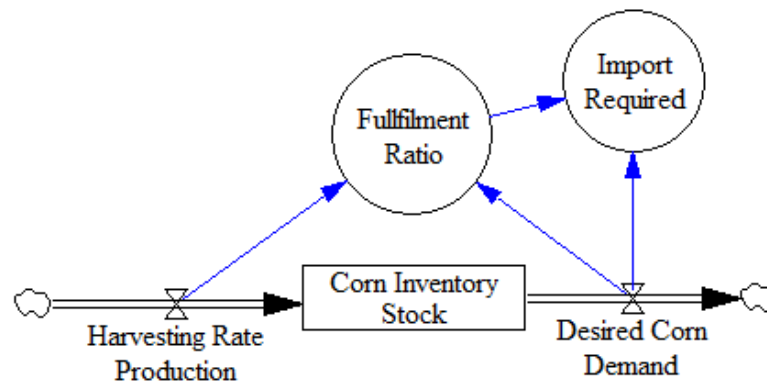


**Gambar 4. 19 Grafik Harga Jagung Organik**

Secara umum grafik harga Jagung Organik di Jawa Timur selalu meningkat, dan rata-rata peningkatan harga Jagung Organik di Jawa Timur adalah 7% per tahun.

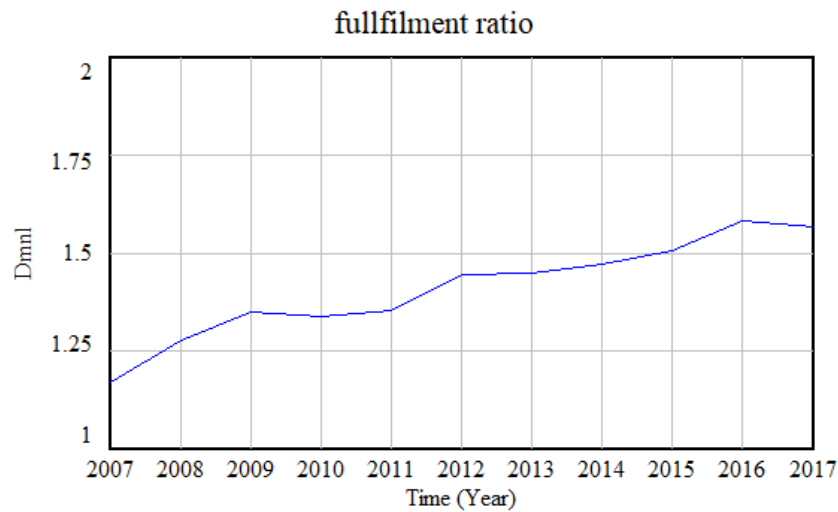
#### 4.3.2.7 Sub Model Rasio Pemenuhan Jagung Organik Di Indonesia

Kecukupan Jagung Nasional diukur menggunakan persen rasio produksi dan ketersediaan Jagung dalam negeri dengan kebutuhan Jagung nasional (Muttaqin, et al., 2009). Ketika produksi tidak mencukupi kebutuhan maka akan dilakukan kebijakan impor Jagung. Berikut ini adalah model rasio pemenuhan Jagung di Jawa Timur:



**Gambar 4. 20 Rasio Pemenuhan Jagung**

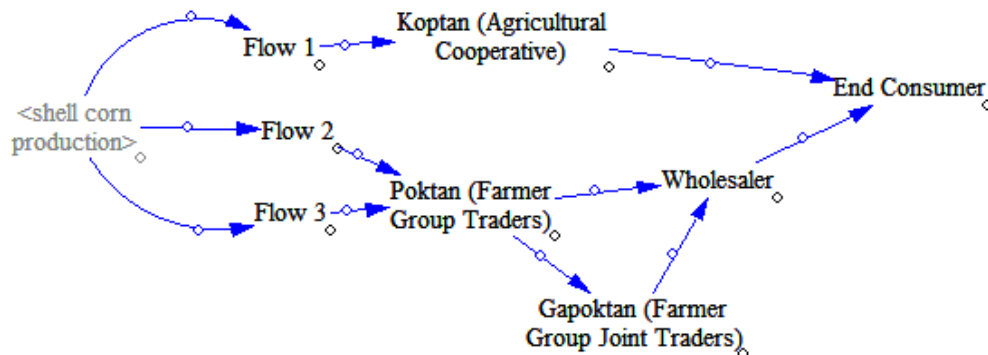
Gambar 4.21 adalah grafik rasio pemenuhan jagung di Jawa Timur. Dari grafik rasio pemenuhan jagung Jawa Timur, yang didapat dari perbandingan produksi dan kebutuhan jagung di Jawa Timur, rata-rata produksi berada di atas tingkat kebutuhan sehingga rasio pemenuhan lebih dari 1. Hal ini dikarenakan pulau Jawa, khususnya Jawa timur merupakan penyumbang jagung Nasional terbesar dibandingkan pulau-pulau lainnya, yakni sebesar 30,4 persen (litbang pertanian, 2018). Sehingga diperlukan langkah-langkah strategis guna mempertahankan produksi jagung di Jawa Timur.



**Gambar 4. 21 Grafik Rasio Pemenuhan Jagung**

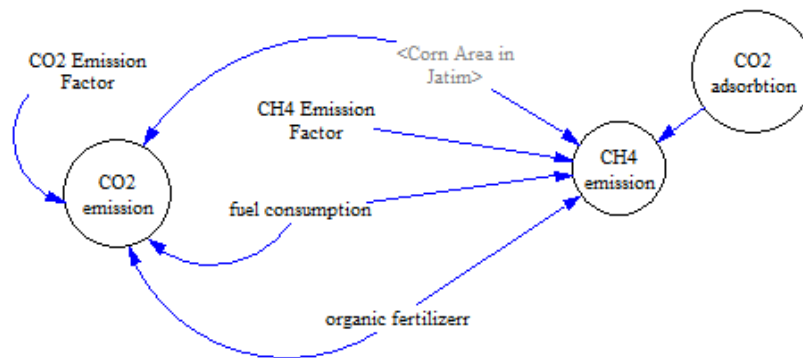
#### 4.3.2.8 Sub Model Distribusi Produk Jagung Organik

Dalam sub model distribusi produk jagung organik, kelangsungan distribusi jagung organik dipengaruhi oleh tiga pemain utama yaitu produsen, supplier dan konsumen. Pemain utama yang berperan sebagai produsen adalah Petani. Dan yang berperan sebagai supplier adalah Poktan (Pedagang Kelompok Tani), Gapoktan (Pedagang Gabungan Kelompok Tani), Koptan (Koperasi Pertanian). Sedangkan yang berperan sebagai konsumen adalah Pedagang Besar dan Konsumen Akhir. Berikut adalah model distribusi Produk Jagung Organik di Jawa Timur sesuai pada Gambar 4.22.



**Gambar 4. 22 Gambar Distribusi Produk Jagung di Jawa Timur**





**Gambar 4. 24 Model Emisi Gas Rumah Kaca**

Berikut adalah cara menghitung emisi CH4 akibat penggunaan pupuk (Ariani, et al., 2006):

$$\text{Emisi GRK CH4} = \sum_i Kbb \times Ll \times efi \quad (1)$$

Dimana:

Emisi GRK CH4 = Emisi suatu gas rumah kaca CH4

Kbb = Konsumsi bahan bakar atau luas lahan pertanian i

Ll = Luas lahan (ha)

efi = Faktor emisi dari lahan / sawah

$$\text{Emisi CO2} = DA \times FE \quad (2)$$

Dimana:

DA = Data aktivitas dari sumber emisi (ex: jumlah konsumsi bahan bakar pertanian, jumlah penduduk, luas lahan).

FE = Faktor emisi dari spesifik aktivitas sumber emisi (ton per unit dari DA). Faktor emisi ditentukan berdasarkan penelitian dan sangat spesifik untuk setiap bahan atau produk. Oleh karena itu digunakan faktor emisi yang sudah ditentukan oleh IPCC (2006)

#### 4.3.3 Analisis dan Interpretasi Hasil

Hasil analisis dalam pembuatan CLD (*Causal Loop Diagram*) dan SFD (*Stock Flow Diagram*) dalam penelitian menerangkan bahwa variabel-variabel yang digunakan dalam model tertera pada Tabel 4.9 berikut:



**Tabel 4. 9 Variabel yang digunakan dalam model**

<b>Variabel</b>	<b>Nama Variabel</b>	
<b>Level</b>	1. Population in Jatim 2. Corn Area in Jatim 3. Desired Harvested Land 4. Land Productivity 5. Production 6. Cost Production 7. Corn Inventory Stock 8. Cost Production Organic Fertilizer 9. Jatim Organic Corn Price 10. CH4 Emmissions	
<b>Rate</b>	<b>Rate In</b>	<b>Rate Out</b>
	1. Birth rate 2. Expansion Area 3. Rate in Harvested Area 4. Increasing Productivity 5. Increasing Production 6. Rate Cost In Production 7. Rate Corn Production 8. Rate Cost In Production Organic Fertilizer 9. Increasing Price 10. Additional CH4 Emmissions	1. Death Rate 2. Conversion Area 3. Rate Out Harvested Area 4. Decreasing Productivity 5. Decreasing Production 6. Rate Cost Out Production 7. Rate Demand 8. Rate Cost Out Production Organic Fertilizer 9. Decreasing Price 10. Reduction CH4 Emmissions
<b>Auxiliary</b>	1. Fulfillment ratio 2. Emmisions Factor 3. Land Convection 4. Capital Consumption 5. Corn Consumption 6. Rendemen 7. Availability of irrigation 8. Rainfall Effect 9. Temperature Effect	10. Water Balance 11. Profit Margin Of Farmer 12. Organic Corn Price 13. Farmers Income 14. Raw Material Cost 15. Organic Fertilizer Price Of Factory 16. Organic Fertilizer Cost of Distributor

Menganalisis proses dalam bentuk model dapat dilakukan dengan menggunakan simulasi komputer dengan software *Ventana Simulator*. Simulasi yang digunakan yaitu dengan penyelesaian persamaan matematis secara bertahap dari suatu sistem untuk mengetahui perubahan yang terjadi, sehingga dapat dipelajari perilaku sistem tersebut. Setelah itu melakukan verifikasi terhadap model. Verifikasi terhadap model dimaksudkan apakah sudah tidak terjadi kesalahan. Verifikasi dilakukan dengan

cara memeriksa formulasi yang sudah dibuat sudah sesuai hubungan variabel dengan variabel lain dan memeriksa satuan satuan variabel dalam model. Jika tidak terdapat kesalahan pada model, maka model telah terverifikasi (bebas error).

Data yang digunakan dalam simulasi merupakan data yang diambil langsung pada 15 petani jagung organik di provinsi Jawa Timur yang merupakan petani KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan) serta data yang berasal dari BPS (Badan Pusat Statistik) dan data sekunder yang telah diolah yang diperoleh dari beberapa sumber. Data hasil simulasi skenario model yang sudah dibuat kemudian akan dilakukan analisis untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan pada hasil yang diinginkan, pada tahapan ini interpretasi hasil dapat diputuskan kebijakan yang terbaik terhadap proses rantai pasok *on-farm level* produksi jagung organik dalam meningkatkan produksi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri khususnya provinsi Jawa Timur.

#### **4.4 Validasi Model**

Hasil dari simulasi akan divalidasi untuk memastikan bahwa model yang dibuat benar-benar dapat menggambarkan kondisi sistem nyata. Validasi sistem dilakukan dengan dua cara pengujian menurut Yaman Barlas yaitu validasi model dengan statistik uji perbandingan rata-rata atau *mean comparison* dan validasi model dengan uji perbandingan variasi amplitudo atau *% error variance*, dimana model dianggap valid bila  $E1 \leq 5\%$  dan  $E2 \leq 30\%$ , sesuai dengan penjelasan pada Bab 3, Validasi Model (Barlas, 1996). Validasi dilakukan pada setiap tahap pemodelan yang mendukung tujuan dari penelitian ini. Selain itu validasi pada penelitian ini dilakukan karena adanya data, seperti validasi populasi, luas lahan sawah, luas tanam, produktivitas, produksi jagung organik, dan biaya produksi jagung organik di Jawa Timur.

Sementara untuk tahapan lainnya, terutama tahapan pendukung yang menyebabkan tahapan utama meningkat, seperti ketersediaan irigasi untuk peningkatan produktivitas, tidak dilakukan validasi dikarenakan tidak adanya data. Selain itu ada beberapa tahap yang tidak dilakukan validasi karena tidak adanya data, namun terdapat

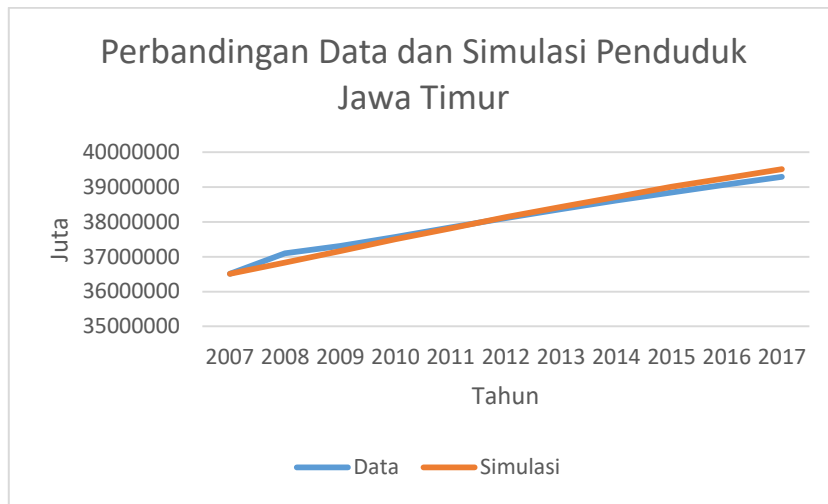
rumus pasti untuk memodelkannya, seperti jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari sektor pertanian. Setelah dilakukan validasi kemudian dibuatlah beberapa skenario untuk memperbaiki kinerja sistem sesuai dengan yang diinginkan. Berikut merupakan validitas dari simulasi yang telah dilakukan:

#### 4.4.1 Validasi Populasi di Jawa Timur

**Tabel 4. 10 Validasi Populasi**

<b>Tahun</b>	<b>Data (juta)</b>	<b>Simulasi (juta)</b>
2007	36506003	36506003
2008	37100570	36834552
2009	37310619	37166064
2010	37565706	37500560
2011	37840657	37819316
2012	38106590	38140780
2013	38363195	38426836
2014	38610202	38715036
2015	38847561	39005400
2016	39075152	39258936
2017	39292972	39514120
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	38056293.36	38080690.91
<b>Standart Deviasi</b>	839756.3069	958114.29
<b>E1</b>		0.06
<b>E2</b>		14.09

Dari hasil validasi tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 0.06% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 14.09% sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli dari populasi penduduk Jawa Timur.



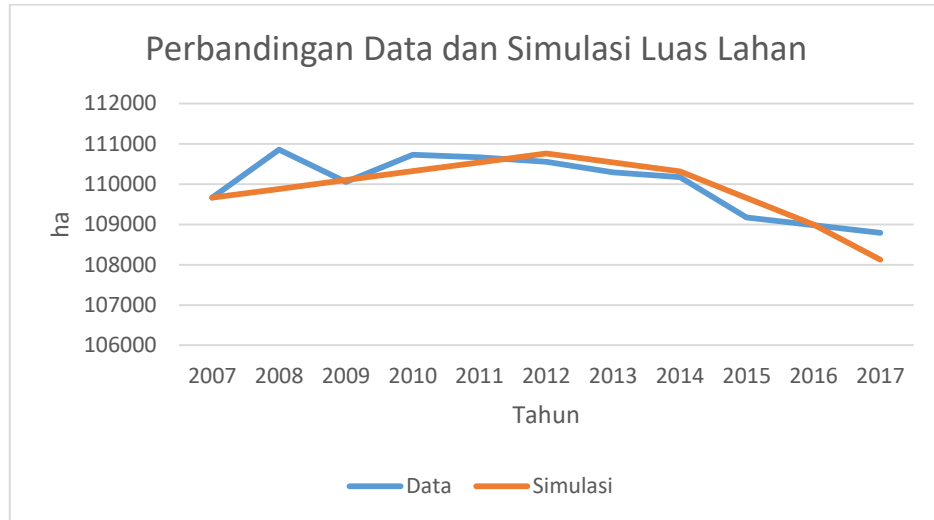
**Gambar 4. 25 Perbandingan Data Asli dan Simulasi Penduduk Jawa Timur**

#### **4.4.2 Validasi Lahan Sawah dan Luas Panen Jawa Timur**

**Tabel 4. 11 Validasi Lahan Sawah**

Tahun	Data (ha)	Simulasi (ha)
2007	109660	109660
2008	110857	109879.3
2009	110051	110099.1
2010	110727	110319.3
2011	110664	110539.9
2012	110555	110761
2013	110292	110539.5
2014	110176	110318.4
2015	109175	109656.5
2016	108983	108998.5
2017	108791	108126.5
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	109993.72	109899.82
<b>Standart Deviasi</b>	702.10	740.10
<b>E1</b>		0.085
<b>E2</b>		5.13

Dari hasil validasi tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 0.08% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 5.1% sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli dari luas lahan sawah di Jawa Timur.



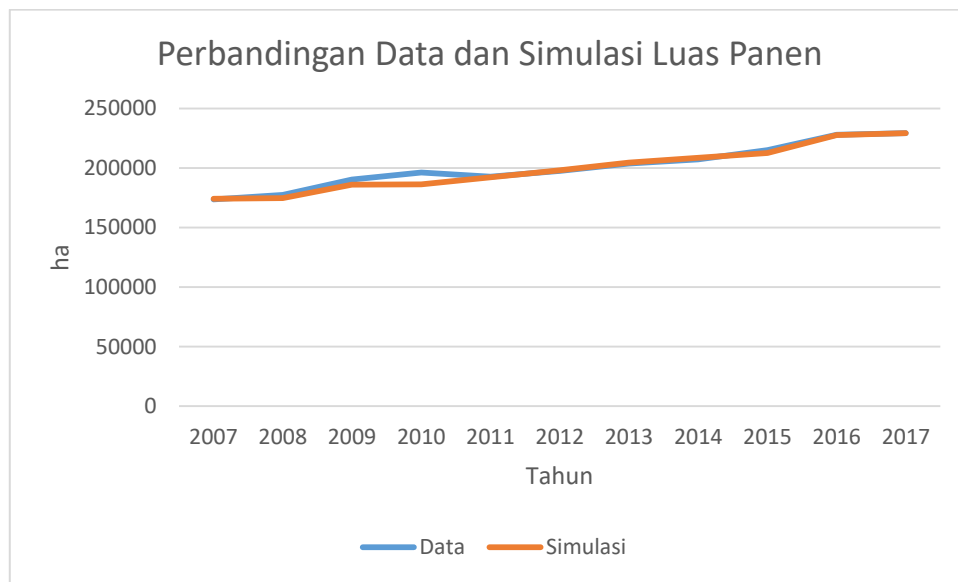
**Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Luas Lahan**

**Tabel 4. 12 Validasi Lahan Panen**

Tahun	Data (ha)	Simulasi (ha)
2007	173604	174359.4
2008	177488	174708.1
2009	190483	186067.5
2010	196398	186439.6
2011	192679	192339.4
2012	197571	198262.2
2013	203702	204498
2014	207263	208501.8
2015	215207	212733.6
2016	227846	227806.9
2017	229198	229228.3
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>

<b>Mean</b>	201039.9	199540.4
<b>Standart Deviasi</b>	17268.78	18132.53
<b>E1</b>		0.745
<b>E2</b>		5.001

Dari hasil validasi tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 0.74% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 5% sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli dari luas panen di Jawa Timur.



**Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan Luas Panen**

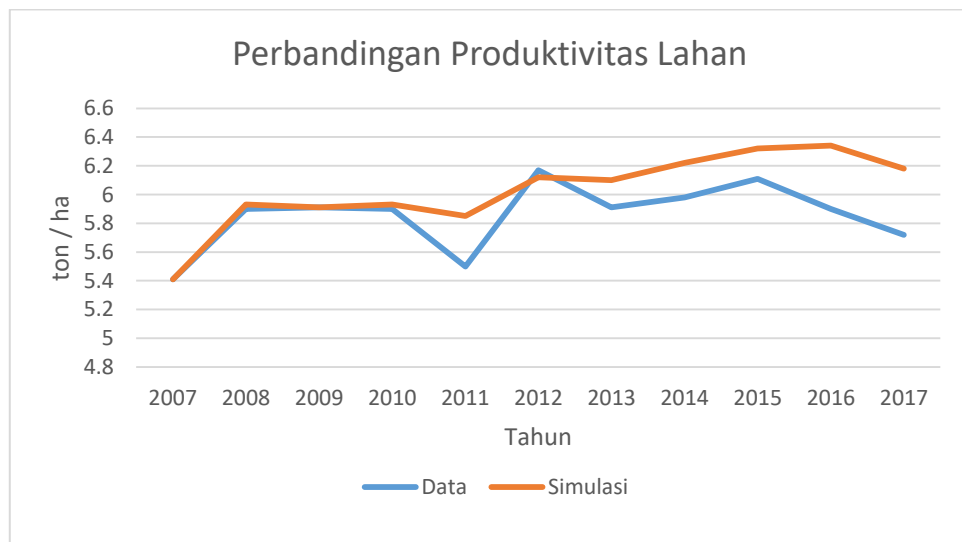
#### 4.3.3 Validasi Produktivitas Lahan Jawa Timur

**Tabel 4. 13 Validasi Produktivitas Lahan**

<b>Tahun</b>	<b>Data (ton/ha)</b>	<b>Simulasi (ton/ha)</b>
2007	5.41	5.41
2008	5.90	5.93
2009	5.91	5.91
2010	5.9	5.93
2011	5.50	5.85

2012	6.17	6.12
2013	5.91	6.10
2014	5.98	6.22
2015	6.11	6.32
2016	5.9	6.34
2017	5.72	6.18
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	5.85	6.03
<b>Standart Deviasi</b>	0.23	0.25
<b>E1</b>		2.91
<b>E2</b>		9.63

Dari hasil validasi tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 2.91% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 9.63% sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli dari produktivitas lahan jagung Jawa Timur.



**Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan Produktivitas Lahan**

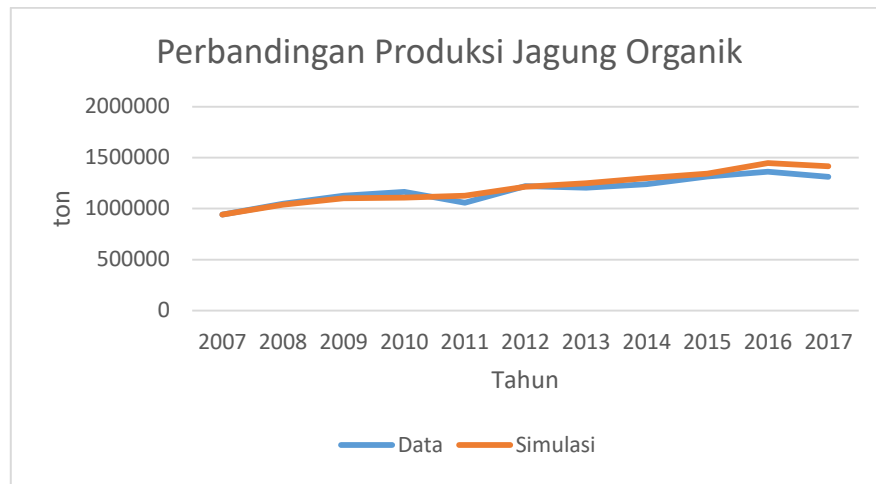
#### 4.3.4 Validasi Produksi Jagung Organik Jawa Timur

**Tabel 4. 14 Validasi Produksi Jagung Organik**

<b>Tahun</b>	<b>Data (ton)</b>	<b>Simulasi (ton)</b>
2007	940202	940202
2008	1047477	1037683.06
2009	1125908	1100134.87
2010	1164377	1106681.87
2011	1057654	1125699.25
2012	1219870	1214291.12
2013	1204934	1248667.5
2014	1239704	1297864.37
2015	1315496	1344644.62
2016	1363370	1445854
2017	1312541	1416954.75
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	1181048.45	1207274.20
<b>Standart Deviasi</b>	123773.48	152956.80
<b>E1</b>		2.17
<b>E2</b>		19.07

Dari hasil validasi tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 2.1% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 19.07% sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli dari produksi jagung organik di Jawa Timur.





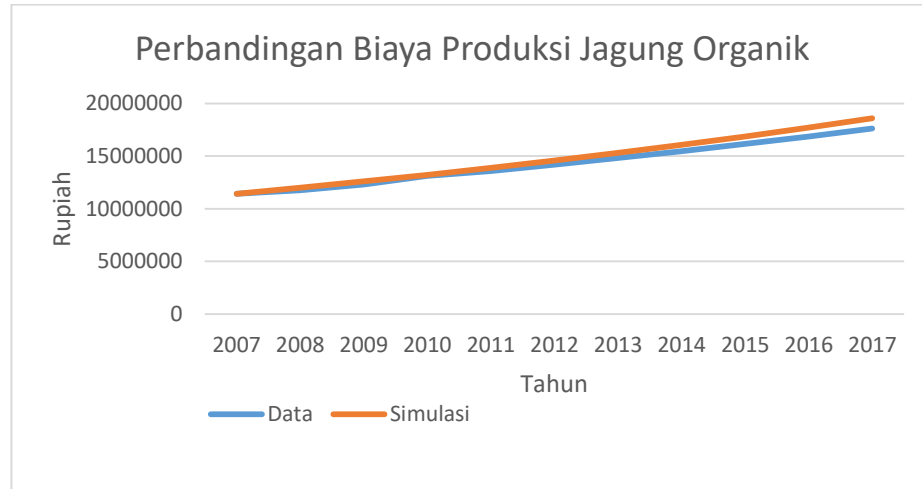
**Gambar 4. 29 Grafik Perbandingan Produksi Jagung Organik**

#### 4.3.5 Validasi Biaya Produksi Jagung Organik

**Tabel 4. 15 Validasi Biaya Produksi**

Tahun	Data (rupiah)	Simulasi (rupiah)
2007	11420000	11420000
2008	11756460	11991000
2009	12298300	12590550
2010	13120090	13220078
2011	13580000	13881080
2012	14182362	14575135
2013	14811443	15303893
2014	15468428	16069086
2015	16154555	16872542
2016	16871116	17716168
2017	17619461	18601976
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	14298383.18	14749228
<b>Standart Deviasi</b>	1986106.908	2269927.94
<b>E1</b>		3.15
<b>E2</b>		14.29

Dari hasil validasi tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 3.15% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 14.29 % sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli dari biaya produksi jagung organik di Jawa Timur.



**Gambar 4. 30 Grafik Perbandingan Biaya Produksi Jagung Organik**

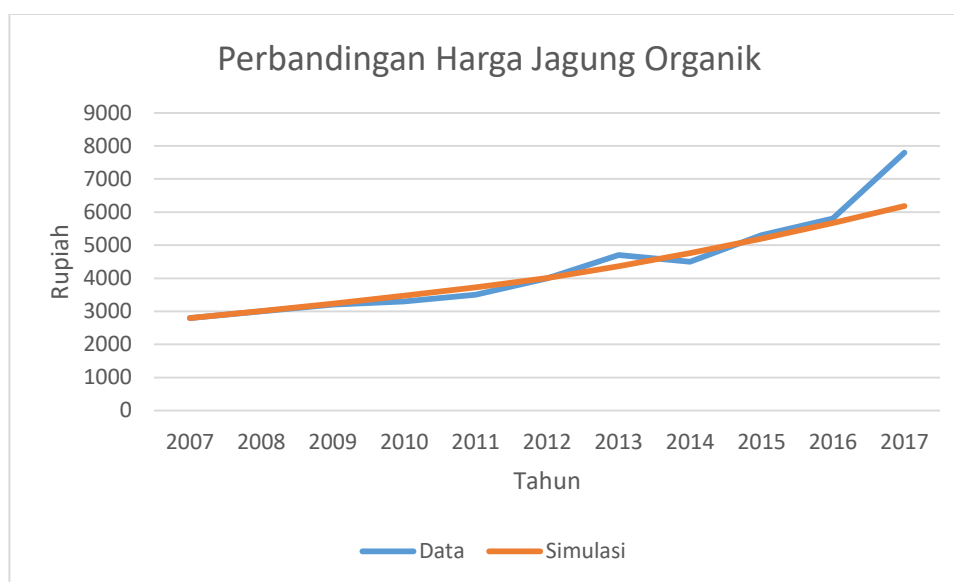
#### 4.3.6 Validasi Harga Jagung Organik

**Tabel 4. 16 Validasi Harga Jagung Organik**

Tahun	Data (rupiah/kg)	Simulasi (rupiah/kg)
2007	2800	2800
2008	3000	3007.10
2009	3200	3229.53
2010	3300	3468.40
2011	3500	3724.95
2012	4000	4000.47
2013	4700	4364.52
2014	4500	4761.69
2015	5300	5195.00
2016	5800	5667.75
2017	7800	6183.51
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>

<b>Mean</b>	4354.54	4218.45
<b>Standart Deviasi</b>	1431.69	1067.83
<b>E1</b>		3.12
<b>E2</b>		25.4

Dari hasil validasi pada tabel 4.16 diatas dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 3.12% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 25.4% sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli dari harga jagung organik di Jawa Timur.



**Gambar 4. 31 Grafik perbandingan Harga Jagung Organik**

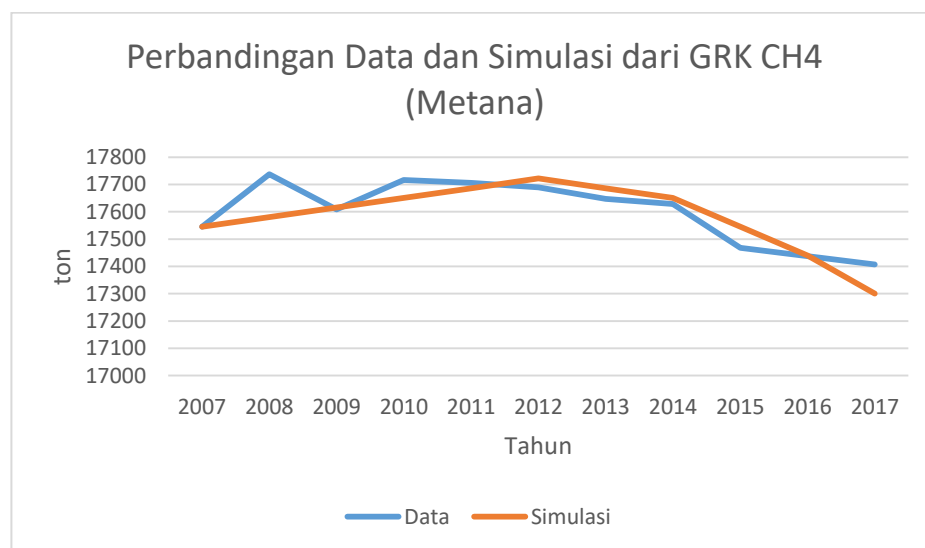
#### 4.3.7 Validasi Emisi Gas Rumah Kaca

**Tabel 4. 17 Validasi Emisi Gas Rumah Kaca CH<sub>4</sub> (Metana)**

<b>Tahun</b>	<b>Data (ton)</b>	<b>Simulasi (ton)</b>
2007	17545.6	17545.6
2008	17737.12	17580.69
2009	17608.16	17615.85
2010	17716.32	17651.08
2011	17706.24	17686.38

2012	17688.8	17721.75
2013	17646.72	17686.31
2014	17628.16	17650.94
2015	17468	17545.03
2016	17437.28	17439.76
2017	17406.56	17300.24
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	17598.99	17583.97
<b>Standart Deviasi</b>	112.33	118.41
<b>E1</b>		0.08
<b>E2</b>		5.41

Dari hasil validasi pada tabel 4.17 diatas dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 0.08% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 5.41% sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli dari emisi gas rumah kaca CH<sub>4</sub> (Metana) pertanian jagung organik di Jawa Timur.

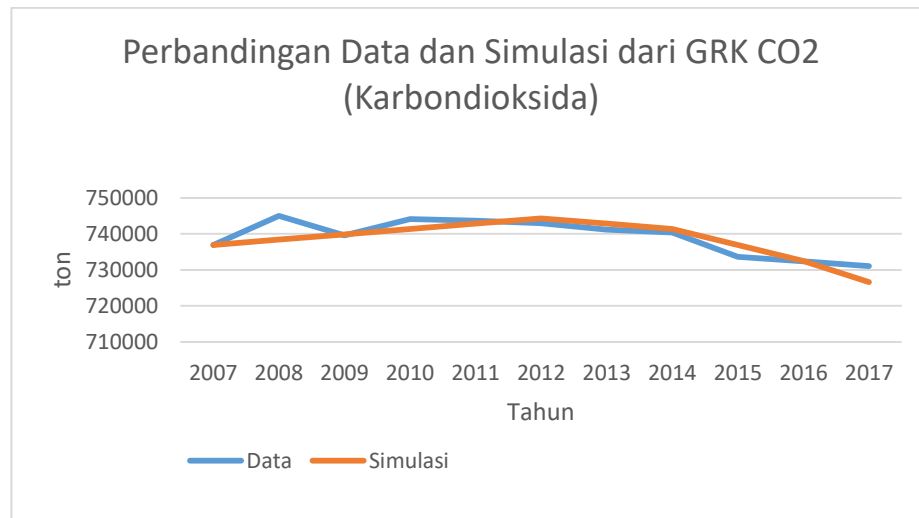


**Gambar 4. 32 Grafik Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca CH<sub>4</sub> (Metana)**

**Tabel 4. 18 Validasi Emisi Gas Rumah Kaca CO<sub>2</sub> (Karbondioksida)**

<b>Tahun</b>	<b>Data (ton)</b>	<b>Simulasi (ton)</b>
2007	736915.2	736915.2
2008	744959.04	738389
2009	739542.72	739865.81
2010	744085.44	741345.5
2011	743662.08	742828.18
2012	742929.6	744313.87
2013	741162.24	742825.18
2014	740382.72	741339.56
2015	733656	736891.5
2016	732365.76	732470.18
2017	731075.52	726610.37
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	739157.84	738526.76
<b>Standart Deviasi</b>	4718.16	4973.49
<b>E1</b>		0.08
<b>E2</b>		5.41

Dari hasil validasi pada tabel 4.18 diatas dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 0.08% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 5.41% sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli dari emisi gas rumah kaca CO<sub>2</sub> (Karbondioksida) pertanian jagung organik di Jawa Timur.



**Gambar 4. 33 Grafik Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca CO2 (Karbondioksida)**

#### 4.3.8 Validasi Distribusi Produk Jagung

Dalam validasi distribusi produk jagung organik terdapat 3 aliran (flow) yang perlu divalidasi. Yaitu aliran 1 : Petani – Koperasi Pertanian – Konsumen Akhir, aliran 2 : Petani – Poktan – Pedagang Besar – Konsumen Akhir, aliran 3 : Petani – Poktan – Gapoktan – Pedagang Besar – Konsumen Akhir. Hasil Validasi dan simulasi sebagaimana tertera pada tabel 4.19 berikut.

**Tabel 4. 19 Validasi Distribusi Produk Jagung Aliran 1**

Tahun	Data (ton)	Simulasi (ton)
2007	188040.4	188308.17
2008	209495.4	207536.61
2009	225181.6	220026.98
2010	232875.4	221336.37
2011	211530.8	225139.85
2012	243974	242858.23
2013	240986.8	249733.5
2014	247940.8	259572.87
2015	263099.2	268928.93
2016	272674	289170.81

2017	262508.2	283390.96
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	236209.69	241454.84
<b>Standart Deviasi</b>	24754.69	30591.36
<b>E1</b>		2.22
<b>E2</b>		23.57

Dari hasil validasi tabel 4.19 tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 2.22% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 23.57% sehingga model dapat dikatakan valid.

**Tabel 4. 20 Validasi Distribusi Produk Jagung Aliran 2**

<b>Tahun</b>	<b>Data (ton)</b>	<b>Simulasi (ton)</b>
2007	94020.2	94154.08
2008	104747.7	103768.30
2009	112590.8	110013.49
2010	116437.7	110668.18
2011	105765.4	112569.92
2012	121987	121429.11
2013	120493.4	124866.75
2014	123970.4	129786.43
2015	131549.6	134464.46
2016	136337	144585.40
2017	131254.1	141695.48
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	118104.84	120727.42
<b>Standart Deviasi</b>	12377.34	15295.68
<b>E1</b>		2.22
<b>E2</b>		23.57

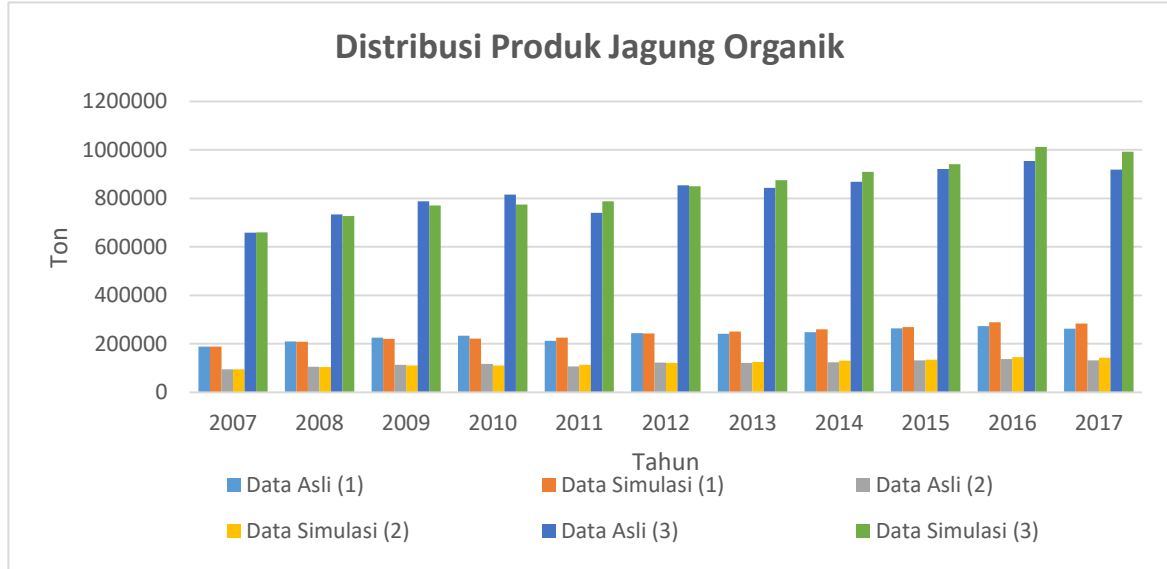
Dari hasil validasi tabel 4.20 tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 2.22% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 23.57% sehingga model dapat dikatakan valid.

**Tabel 4. 21 Validasi Distribusi Produk Jagung Aliran 3**

<b>Tahun</b>	<b>Data (ton)</b>	<b>Simulasi (ton)</b>
2007	658141.4	659078.56
2008	733233.9	726378.12
2009	788135.6	770094.37
2010	815063.9	774677.31
2011	740357.8	787989.43
2012	853909	850003.75
2013	843453.8	874067.25
2014	867792.8	908505.06
2015	920847.2	941251.25
2016	954359	1012097.81
2017	918778.7	991868.31
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	826733.91	845091.93
<b>Standart Deviasi</b>	86641.43	107069.77
<b>E1</b>		2.22
<b>E2</b>		23.57

Dari hasil validasi tabel 4.21 tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 2.22% dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 23.57% sehingga model dapat dikatakan valid.





**Gambar 4. 34 Grafik Perbandingan Distribusi Produk Jagung Organik**

#### 4.3.9 Validasi Harga Pupuk Organik

Dalam validasi harga pupuk organik terdapat tiga aliran (*flow*). Seperti yang tertera pada tabel 4.22 berikut:

**Tabel 4. 22 Pola aliran distribusi pupuk organik**

Pola Aliran	Pelaku
Aliran 1	Produsen Pupuk Organik (Petroganik) – Petani
Aliran 2	Produsen Pupuk Organik (Petroganik) - Koptan (Koperasi Pertanian) Subsidi - Petani
Aliran 3	Produsen Pupuk Organik (Petroganik) - Koptan (Koperasi Pertanian) Non Subsidi – Petani
Aliran 4	Produsen Pupuk Organik (Petroganik) – Gapoktan – Poktan - Petani
Aliran 5	Produsen Pupuk Organik (Petroganik) - Gapoktan - Petani

Dalam penelitian, harga pupuk organik yang diteliti memiliki ragam harga berbeda. Oleh karena itu dalam validasi harga pupuk ini peneliti melakukan validasi berupa validasi harga yang ada di produsen (petroganik) dan harga pada distributor. Disamping itu, Pemerintah Indonesia telah menganggarkan dana untuk subsidi pupuk

organik guna meningkatkan kesejahteraan petani sebesar 1.2 triliun dengan target realisasi 8.55 juta ton atau dengan subsidi 800 rupiah per kilogram. (Arisandi et al., 2016).

**Tabel 4. 23 Prosentase Profit Margin dan Operational Cost Harga Pupuk**

<b>Pelaku Rantai Pasok</b>	<b>% Profit Margin</b>	<b>% Operational Cost</b>
<b>Produsen (Petroganik)</b>		
Pabrik Pupuk Organik	10 %	-
<b>Distributor</b>		
1. Koperasi Pertanian Subsidi	2 %	3 %
2. Koperasi Pertanian Non Subsidi	2 %	3 %
3. Gapoktan	10 %	3 %
4. Poktan	5 %	3 %

Sumber: KTNA Kabupaten Malang, data wawancara

Berikut ini pada tabel 4.24 merupakan validasi harga pupuk organik yang ada pada produsen (petroganik)

**Tabel 4. 24 Validasi harga pupuk organik tingkat produsen**

<b>Tahun</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
2007	858	860.786
2008	867	869.462
2009	877	878.789
2010	884	888.817
2011	895	899.598
2012	907	911.189
2013	923	923.65
2014	932	937.047
2015	946	951.45
2016	962	966.935
2017	980	983.583
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	911.90	915.57
<b>Standart Deviasi</b>	38.21	38.78

<b>E1</b>		0.40
<b>E2</b>		1.49

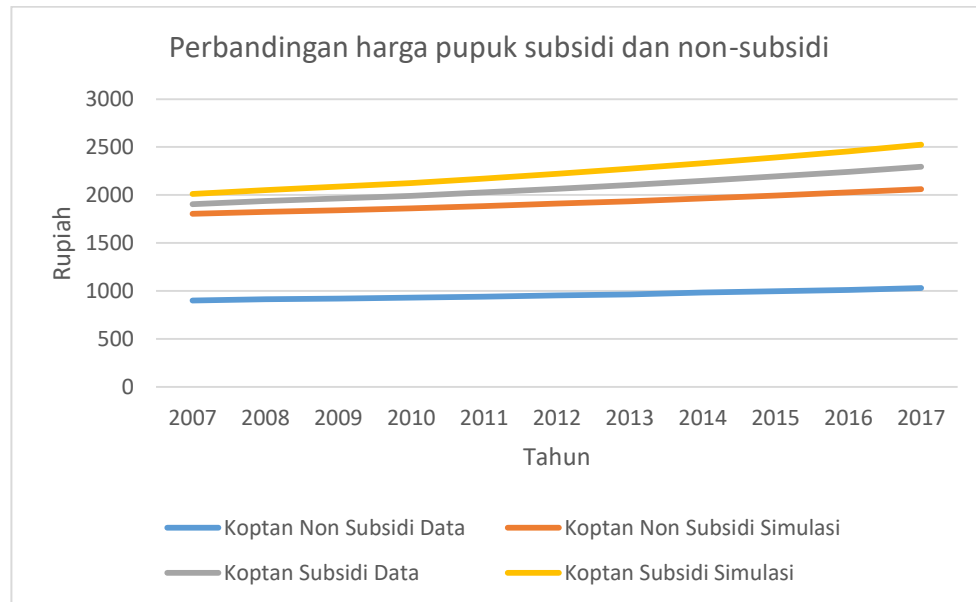
Dari hasil validasi tabel 4.24 tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % yaitu dengan nilai 0.40 % dan nilai validasi E2 kurang dari 30% dengan nilai 1.49 % sehingga model dapat dikatakan valid

Berikut ini pada tabel 4.25 merupakan validasi harga pupuk organik yang ada pada distributor Koperasi Pertanian, distributor Koperasi Pertanian subsidi, distributor Gapoktan, dan distributor Poktan.

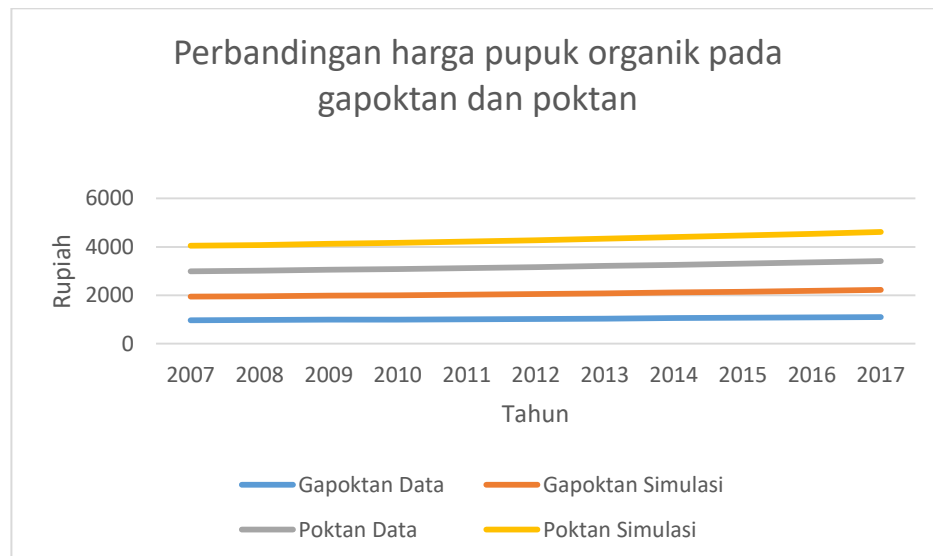
**Tabel 4. 25 Validasi harga pupuk organik tingkat distributor**

<b>Tahun</b>	<b>Koptan Non Subsidi</b>		<b>Koptan Subsidi</b>		<b>Gapoktan</b>		<b>Poktan</b>	
	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
2007	901	903.82	101	103.82	972	972.68	1046	1050.50
2008	912	912.93	112	112.93	979	982.49	1056	1061.09
2009	919	922.72	122	122.72	992	993.03	1069	1072.47
2010	929	933.25	129	133.25	1000	1004.36	1081	1084.71
2011	940	944.57	143	144.57	1012	1016.54	1094	1097.87
2012	953	956.74	155	156.74	1026	1029.64	1107	1112.01
2013	965	969.83	169	169.83	1041	1043.72	1126	1127.22
2014	982	983.89	183	183.89	1056	1058.86	1141	1143.57
2015	997	999.02	198	199.02	1073	1075.13	1156	1161.15
2016	1011	1015.2	214	215.28	1092	1092.63	1177	1180.04
2017	1030	1032.76	231	232.76	1107	1111.44	1197	1200.36
<b>Validasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>	<b>Data</b>	<b>Simulasi</b>
<b>Mean</b>	958.09	961.35	159.72	161.35	1031.81	1034.59	1113.63	1117.36
<b>Std.Dev</b>	40.69	40.72	39.27	40.72	43.72	43.82	47.71	47.33
<b>E1</b>		0.34		1.017		0.26		0.33
<b>E2</b>		0.08		3.68		0.23		0.79

Dari hasil validasi tabel 4.25 tersebut dapat diketahui bahwa nilai E1 kurang dari 5 % dan nilai validasi E2 kurang dari 30% sehingga model harga pupuk tingkat distributor dapat dikatakan valid.



**Gambar 4. 35 Grafik Perbandingan harga pupuk organik subsidi dan non-subsidi**



**Gambar 4. 36 Grafik Perbandingan harga pupuk organik pada gapoktan dan poktan**

#### 4.5 Evaluasi

Pada sub bab ini akan menjelaskan mengenai evaluasi kondisi saat ini. Terdapat beberapa permasalahan dalam pertanian jagung organik di Jawa Timur, diantaranya: (1) Konversi lahan hampir tiap tahun mengalami kenaikan, sehingga menyebabkan pengurangan luas ladang di Jawa Timur. Sehingga dibutuhkan upaya peningkatan produksi jagung organik tanpa harus memperluas lahan sawah; (2) Tingkat kesuburan yang semakin lama semakin turun, mempengaruhi fluktuasi produktivitas lahan dan standart organik yang dihasilkan dari pertanian Jagung Organik di Jawa Timur. Sehingga nilai produksi jagung di Jawa Timur mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan luas tanam di Jawa Timur yang mengalami penurunan. Luas tanam dapat ditingkatkan dengan memaksimalkan lahan yang ada serta adanya upaya intensifikasi lahan; (3) Proses bisnis dalam budidaya on-farm level pada rantai pasok terkendala karena pada aliran pupuk organik yang belum optimal dan terintegrasi dengan baik, belum ada siklus yang pasti sehingga waktu pengiriman ataupun kuota untuk pertanian jagung organik yang dikirim tidak bisa diprediksi dengan baik. Aliran produk pada rantai pasok mengalami banyak kendala karena tidak seimbangnya alur pemasaran jagung organik di Provinsi Jawa Timur. Saat ini konsumen akhir cenderung banyak membeli pada pedagang besar daripada mendapatkan jagung organik di petani, hal ini dikarenakan 70% petani jagung organik lebih memilih untuk menjual produknya kepada poktan untuk disalurkan kepada gapoktan dan kemudian dibeli oleh pedagang besar. Hal ini dapat menyebabkan kesenjangan harga yang tinggi di tingkat konsumen akhir. Aliran informasi pada rantai pasok jagung memiliki kelemahan yaitu informasi ketersediaan jagung tidak terprediksi di tingkat Poktan dan Gapoktan. Gambaran kondisi rantai pasok ini diharapkan dapat menjadi dasar rekomendasi perbaikan rantai pasok. Pengukuran kinerja rantai pasok dapat dilakukan dengan pendekatan efisiensi pemasaran dengan mengetahui rasio pemenuhan (*fulfillment ratio*) antara produksi dengan permintaan.

Luas lahan pertanian Jagung di Jawa Timur terus mengalami penurunan sejak tahun 2011 – 2017. Rata-rata penurunan luas lahan di Jawa Timur 2006-2011 seluas

879,9 hektar (Bappeda,2012). Hal ini dikarenakan konversi lahan akibat perkembangan industri yang pesat dan jumlah penduduk yang padat. Jawa Timur semakin sulit untuk upaya pembukaan lahan ladang baru. Sehingga agar Jawa Timur tetap dapat memenuhi kebutuhan jagung penduduknya dan menjadi pemasok utama jagung nasional, dibutuhkan upaya lain, seperti peningkatan indeks penanaman. Menurut Dinas Pertanian Jawa Timur, penentuan intensitas pertanian sangat bergantung pada ketersediaan air.

Intensitas pertanian dapat ditingkatkan dengan beberapa cara, antara lain: (1) optimalisasi lahan, yaitu dengan penerapan teknologi baru, seperti penggunaan varietas bibit berumur pendek, sehingga suatu lahan dapat ditanami 3 atau bahkan 4 kali dalam setahun; (2) konsumsi pupuk organik, konsumsi pupuk organik dengan dosis yang tepat terbukti dapat menyuburkan tanaman serta dapat membuat hasil produksi lebih meningkat. Hal ini dikarenakan karena rasio kematian dan gagal panen dengan menggunakan pupuk organik lebih rendah jika menggunakan pupuk konvensional; (3) perbaikan irigasi. Adanya irigasi yang baik dapat meningkatkan intensitas pertanian ladang yang biasanya hanya 2 kali tanam bisa menjadi 3 kali tanam dalam setahun, serta dapat menambah jumlah produksi dalam setahun.

Faktor lain yang berpengaruh terhadap produksi jagung organik adalah produktivitas lahan. Rata-rata produktivitas lahan di Jawa Timur dari tahun 2007 - 2017 sebesar 5.85 ton/ha. Rata-rata produktivitas tersebut masih dibawah produktivitas lahan di Jawa Timur pada tahun 2012 dan 2015 yang mencapai 6.04 ton/ha. Sehingga produktivitas lahan untuk jagung organik di Jawa Timur bisa ditingkatkan lagi. Untuk meningkatkan produktivitas lahan diperlukan perbaikan agroinput tanaman seperti pupuk organik yang digunakan, benih unggulan dan penerapan sistem tanam organik yang baik sesuai dengan standart organik di Indonesia.

Sektor pertanian merupakan salah satu sumber emisi gas rumah kaca, terutama metana. Luas sawah di Indonesia yang lebih dari 10,9 juta hektar diduga memberi kontribusi sekitar 1% dari total global metana. Jika total metana diduga berbanding

lurus dengan total produksi jagung maka setiap usaha peningkatan produksi jagung harus dibayar dengan kerusakan lingkungan berupa meningkatnya emisi metana (Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2006). Upaya untuk menekan laju peningkatan pemanasan global akibat emisi GRK dari lahan pertanian yakni melalui beberapa teknik budidaya seperti penggunaan varietas, pemupukan organik, pengaturan air, pengolahan tanah organik, pengurangan bahan bakar pertanian, penggunaan herbisida dan nitrifikasi inhibitor.

Penggunaan pupuk organik sesuai dengan kebutuhan tanaman, juga berpeluang menekan emisi metana. Namun menurut (Sitanggang, Lubis, & Kesuma, 2014) dari 30 responden yang disurvei 43,33% petani masih memberikan pupuk yang tidak sesuai dengan yang rekomendasi pemerintah. Hal ini dikarenakan petani tidak memiliki cukup modal untuk memberikan pupuk sesuai dosis anjuran, dan kurangnya keahlian dan pengetahuan petani dalam menakar pupuk khususnya pupuk organik. Disamping itu petani juga kadang menggunakan pestisida anorganik apabila terdapat jagung yang terserang hama, hal ini dikarenakan petani memilih jalan pintas instan yang tidak ingin merugi apabila jagung yang ditanam gagal panen.

#### **4.6 Pengembangan Skenario**

Pengembangan skenario dilakukan untuk melihat kemungkinan peningkatan produksi jagung organik yang terjadi dimasa mendatang. Pengembangan skenario dilakukan dengan melakukan perubahan terhadap struktur dasar maupun dengan perubahan nilai parameter. Terdapat empat buah skenario yang dikembangkan antara lain:

- e. Skenario intensifikasi lahan: meliputi perbaikan irigasi pertanian, pengaruh penggunaan pupuk organik, perbaikan agroinput tanaman dengan penggunaan benih unggul baru dengan masa tanam yang pendek serta guna meningkatkan produktivitas tanaman jagung.
- f. Skenario meningkatkan efektifitas dan efisiensi distribusi pupuk organik pada rantai pasok jagung organik.

- g. Skenario pengimplementasian *Smart Agriculture*: skenario ini dilakukan untuk meningkatkan pendapatan petani dengan penerapan *Smart Agriculture*. Teknologi IOT pada *Smart Agriculture* berguna untuk efisiensi pemberian agroinput pada tanaman jagung sesuai dengan kebutuhan unsur hara. Dengan adanya skenario ini diharapkan dapat mengurangi biaya pertanian jagung organik terutama pada sektor tenaga kerja sehingga pendapatan petani bisa meningkat.
- h. Skenario pengurangan emisi gas rumah kaca: skenario ini dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca terutama yang disebabkan oleh gas CH<sub>4</sub> (metana) yang disebabkan oleh faktor pupuk dan faktor pengurangan penggunaan bahan bakar pada pertanian jagung organik

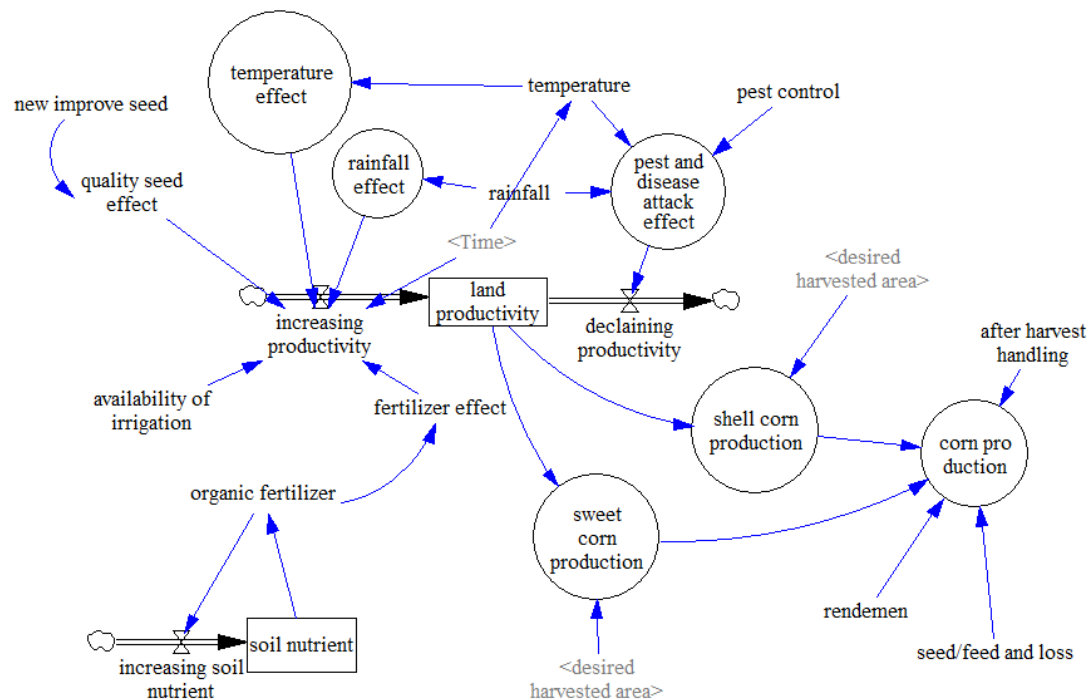
#### **4.7 Model dan Hasil Skenario**

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang perlakuan masing-masing skenario dan dampaknya terhadap produktivitas lahan, produksi jagung organik, rasio pemenuhan pupuk organik di Jawa Timur, dan pendapatan yang diperoleh oleh petani.

##### **4.7.1 Skenario Intensifikasi Lahan Pertanian Jagung Organik**

Skenario intensifikasi lahan pertanian jagung merupakan skenario parameter. Dalam intensifikasi lahan pertanian jagung organik ini terdapat 3 parameter yang diubah yaitu: (1) Parameter yang diubah adalah “*availability of irrigation*” atau perbaikan saluran irigasi. (2) Parameter yang diubah kedua adalah parameter “*fertilizer effect*” untuk penggunaan pupuk organik pada pertanian. (3) Parameter yang diubah ketiga adalah parameter “*new improved seed*” untuk penggunaan benih unggul yang mendukung pertanian organik. Dengan menggunakan pupuk organik yang ideal, penggunaan bibit baru untuk pertanian organik dengan masa tanam yang pendek dan perbaikan saluran irigasi, maka produktivitas lahan akan meningkat.





**Gambar 4. 35 Model Skenario Intensifikasi Lahan**

#### 4.7.1.1 Analisa Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Lahan

Seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2, produktivitas merupakan kemampuan untuk menghasilkan, yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Produktivitas merupakan hasil produksi dibagi dengan luas lahan.

$$\text{Produktivitas Lahan} = \frac{\text{Produksi Jagung (Ton)}}{\text{Luas Lahan (Ha)}} \quad (3)$$

Variabel-variabel yang mempengaruhi produktivitas adalah:

##### a. *Increasing Productivity*

*Increasing Productivity* adalah faktor yang berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas. Adapun faktor-faktor yang meningkatkan produktivitas adalah:

##### 1. Pengaruh Penggunaan Pupuk

Menurut Dinas Pertanian Jawa Timur penggunaan pupuk dapat meningkatkan produktivitas sebesar 25%. Penggunaan pupuk harus sesuai takaran dan kebutuhan unsur hara agar dapat meningkatkan produktivitas. Berikut ini

adalah acuan penggunaan pupuk organik menurut Balai Besar Penelitian Tanaman Organik.

**Tabel 4. 26 Acuan penggunaan pupuk organik menurut Balai Besar Penelitian Tanaman Organik.**

<b>Bagan Warna Daun (BWD)</b>	<b>Kebutuhan Pupuk Organik per Ha</b>
BWD > 4	0.75 ton / 50 – 60 gr per lubang tanam
BWD = 4	0.25 ton / 50 – 60 gr per lubang tanam
BWD < 4	1 ton / 50 – 60 gr per lubang tanam

Sumber: Balai Besar Penelitian Tanaman Organik/2018

**Tabel 4. 27 Jenis Pupuk Organik yang dapat digunakan pada pertanian jagung organik**

<b>Jenis</b>	<b>Kandungan</b>
Biocompta	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nitrogen (0,7 – 1,3 % N) = 15 – 29 kg urea/t bahan</li> <li>▪ Fosfat (1,5 – 2,0 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) = 46 -56 SP-36/t bahan</li> <li>▪ Kalium (0,5 – 0,8 % K<sub>2</sub>O) = 10 – 16 KCl/t bahan</li> <li>▪ Kalsium (3,0 – 4,0 % Ca O)</li> <li>▪ Magnesium (0,5 – 0,7 % Mg)</li> <li>▪ C-Organik (C) = 10,0 – 11,0 %</li> <li>▪ C/N ratio = 14,0 - 18,0</li> <li>▪ pH = 8,7</li> </ul>
Bokaplus	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nitrogen (1,08 % N) = 23,5 kg urea/t bahan</li> <li>▪ Fosfat (1,35 P) = 37,8 SP-36/t bahan</li> <li>▪ Kalium (1,20 % K) = 44,2 KCl/t bahan</li> <li>▪ Kalsium (9,22 % Ca)</li> <li>▪ Magnesium (1.16 % Mg)</li> <li>▪ Natrium (Na = 0,21 %</li> <li>▪ Besi (fe) 0,35 ppm</li> <li>▪ Mangan (Mn) = 335 ppm</li> <li>▪ Zn = 91 ppm</li> <li>▪ Cu = 33 ppm</li> </ul>
Kompos Jerami	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nitrogen (1,10 N) = 23,6kg urea/t bahan</li> <li>▪ Fosfat (0,13 % P), 16,7 kg SP-36/t bahan</li> <li>▪ Kalium (0,32 % K) = 11,8 kg KCl/t bahan</li> <li>▪ Kalsium (0,42 % Ca)</li> <li>▪ Magnesium (1.15% Mg)</li> <li>▪ Natrium (Na = 0,03 %)</li> <li>▪ Besi (fe) = 290 ppm</li> <li>▪ Zn = 93 ppm</li> <li>▪ Cu = 54 ppm</li> </ul>

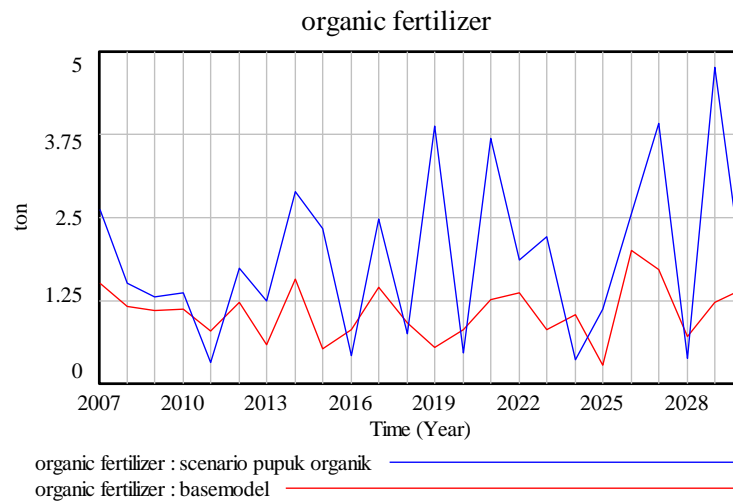
Kompos Bokasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nitrogen (0,54 % n) = 11,6 kg urea/t bahan</li> <li>▪ Fosfat (0,54 % P) = 69,2 SP-36/t bahan</li> <li>▪ Kalium (0,19 % K) = 7 kg KCL/t bahan</li> <li>▪ Kalsium (1,77) % Ca O</li> <li>▪ Magnesium (0,45 % Mg)</li> <li>▪ Natrium (Na = 0,10 %</li> <li>▪ Besi (fe) = 2,26 %</li> <li>▪ Mangan (Mn) = 571 ppm</li> <li>▪ Zn = 167 ppm</li> <li>▪ Cu = 54 ppm</li> </ul>
Fine Compost	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Total N (1,80) = 38,6 kg urea/t bahan</li> <li>▪ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (1,60 %) = 44,8 kg SP-36/t bahan</li> <li>▪ K<sub>2</sub>O (1,80 %) = 5,2 kg KCL/t bahan</li> <li>▪ Ca O (2,80 %)</li> <li>▪ C/N ratio = max 20 %</li> <li>▪ PH = 6,5 – 7,5</li> </ul>

Sumber: litbang pertanian/ data diolah-2018

**Tabel 4. 28 Skenario penggunaan pupuk organik untuk meningkatkan produktivitas**

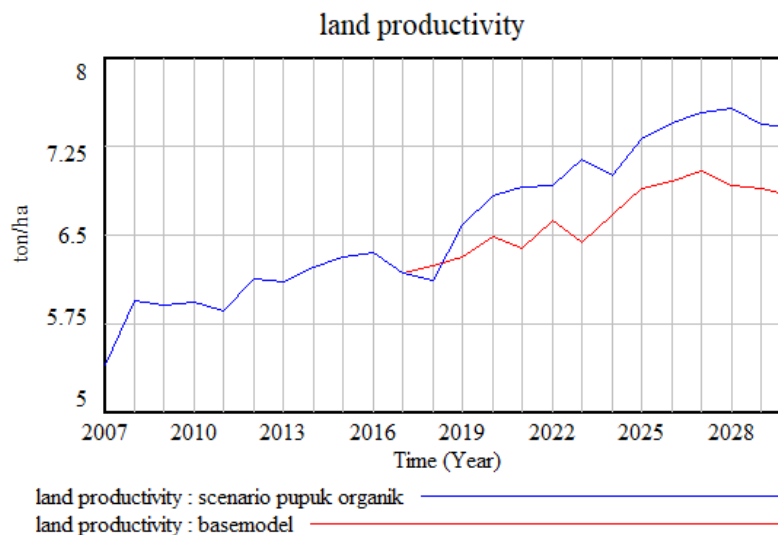
Variabel	Penggunaan Pupuk Organik	Skenario
<i>Organic fertilizer</i>	Tanah yang kaya bahan organik memiliki porositas yang tinggi. Tanah yang memiliki bahan organik tinggi memiliki struktur tanah yang lebih sesuai bagi pertumbuhan tanaman yang diusahakan sehingga dapat meningkatkan produktivitas.	Perbaikan produktivitas lahan dengan merubah nilai parameter pada penggunaan pupuk organik. Efisiensi penggunaan pupuk pada skenario dimulai pada tahun 2018

Sumber : (Seran, 2015)

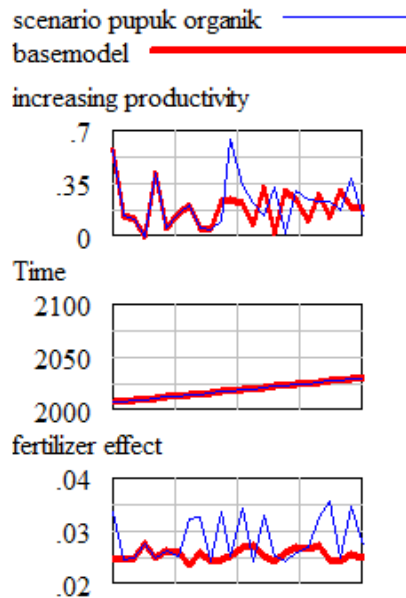


**Gambar 4. 37 Intensifikasi Penggunaan Pupuk Organik**

Pada Gambar 4.37 merupakan intensifikasi penggunaan pupuk organik. Peningkatan volume penggunaan pupuk organik dimaksudkan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai produktivitas lahan (Gambar 4.38). Dalam skenario, penggunaan pupuk organik yang melebihi anjuran dapat menghasilkan nilai yang signifikan terhadap nilai dari produktivitas lahan. Hal ini selaras dengan pernyataan dari (Seran, 2015), bahwa pupuk organik sangat baik untuk pertumbuhan tanaman maupun kelangsungan organisme dalam tanah.



**Gambar 4. 38 Produktivitas lahan setelah skenario penggunaan Pupuk Organik**



**Gambar 4. 39 Grafik *causes strip* dari pengaruh penggunaan pupuk**

**Tabel 4. 29 Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Terhadap Produktivitas Lahan**

Tahun	Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Terhadap Produktivitas (Base Model) (%)	Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Terhadap Produktivitas (Skenario) (%)
2018	0.02502	0.02502
2019	0.02692	0.03411
2020	0.02714	0.02429
2021	0.02532	0.03281
2022	0.02404	0.02532
2023	0.02592	0.02404
2024	0.02695	0.02592
2025	0.02633	0.02695
2026	0.02714	0.03249
2027	0.02445	0.03537
2028	0.0243	0.02473
2029	0.02547	0.0346
2030	0.02477	0.02709

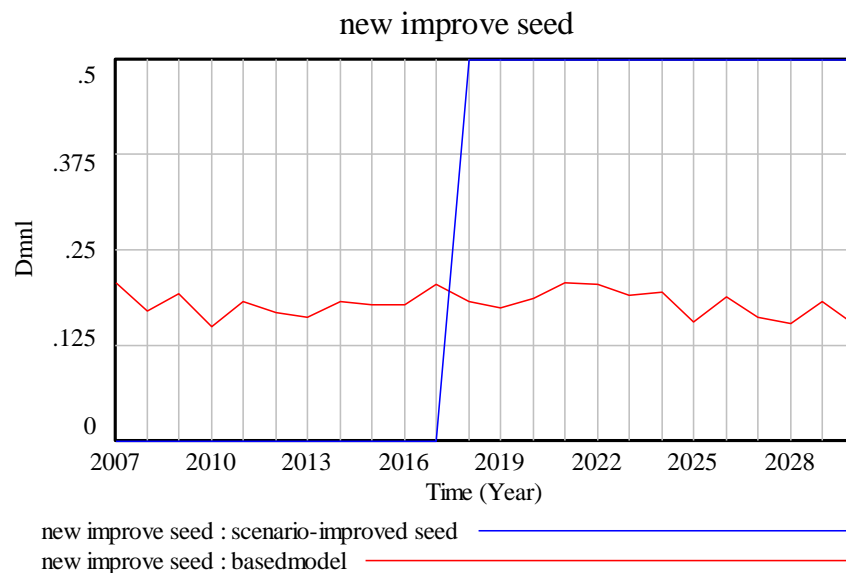
## 2. Pengaruh Penggunaan Bibit Unggul

Skenario pengaruh penggunaan bibit unggul merupakan skenario parameter. Perubahan parameter dimaksudkan dengan menggunakan bibit unggul untuk mengetahui pengaruhnya terhadap produktivitas.

**Tabel 4. 30 Skenario penggunaan bibit unggul untuk meningkatkan produktivitas**

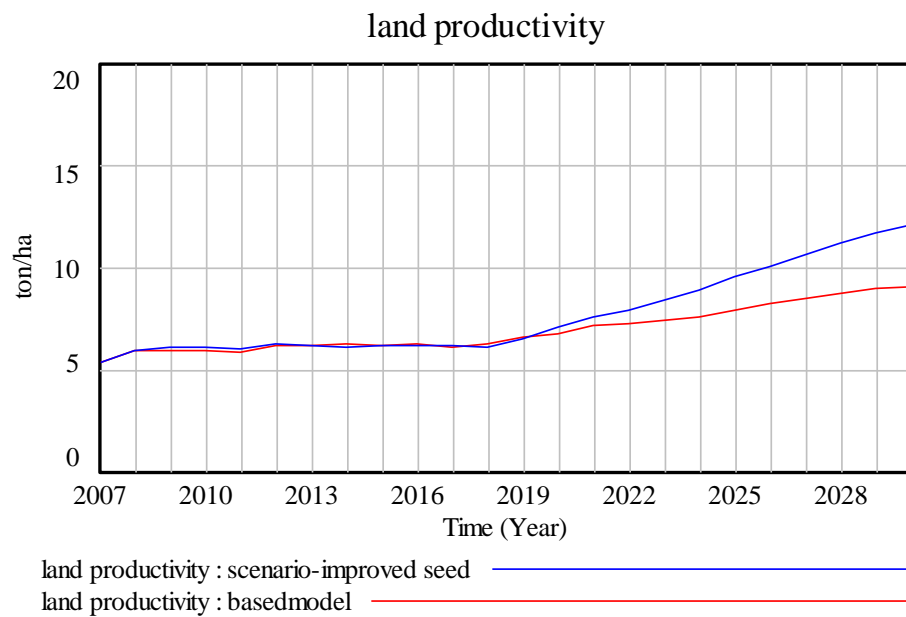
Variabel	Penggunaan Bibit Unggul	Skenario
<i>New improved seed</i>	Peningkatan produksi jagung dapat dilakukan melalui penggunaan benih hibrida bermutu. Varietas hibrida merupakan varietas unggul hasil pemuliaan tanaman yang terbukti mampu berproduksi 15% lebih baik dibandingkan varietas bersari bebas	Merubah nilai parameter pada variabel <i>new improved seed</i> untuk mengetahui pengaruhnya terhadap produktivitas mulai tahun 2018

Sumber: (Melia Sari, Surahman, & Budiman, 2018)

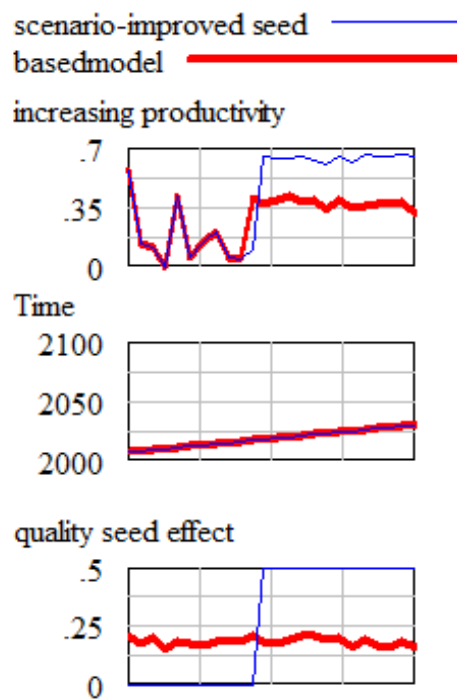


**Gambar 4. 40 Grafik Penggunaan Bibit Unggul**

Menurut Dinas Pertanian Jawa Timur penggunaan varietas (jenis bibit) dapat meningkatkan produktivitas sebesar 9% dan menggunakan benih berkualitas dapat meningkatkan produktivitas sebanyak 6%. Berikut pada tabel 4.31 peningkatan produktivitas dari pengaruh penggunaan bibit.



**Gambar 4. 41 Produktivitas lahan setelah skenario penggunaan bibit unggul**

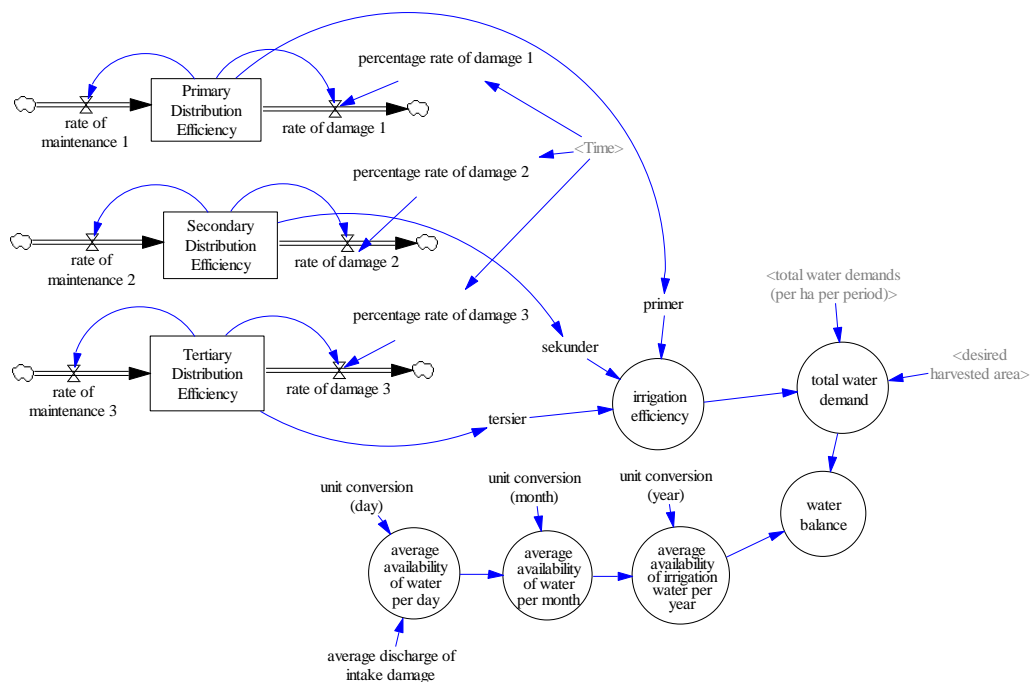


**Gambar 4. 42 Grafik causes strip dari pengaruh penggunaan bibit unggul**

**Tabel 4. 31 Pengaruh Penggunaan Bibit Unggul Terhadap Produktivitas Lahan**

Tahun	Pengaruh Bibit Unggul Terhadap Produktivitas (Base Model) (%)	Pengaruh Bibit Unggul Terhadap Produktivitas (Skenario) (%)
2018	0.18251	0.5
2019	0.17357	0.5
2020	0.18564	0.5
2021	0.20616	0.5
2022	0.2046	0.5
2023	0.18967	0.5
2024	0.19403	0.5
2025	0.15551	0.5
2026	0.18837	0.5
2027	0.16217	0.5
2028	0.15335	0.5
2029	0.18265	0.5
2030	0.1521	0.5

### 3. Pengaruh Perbaikan Irigasi



**Gambar 4. 43 Perbaikan Irigasi dalam Intensifikasi Pertanian Jagung Organik**

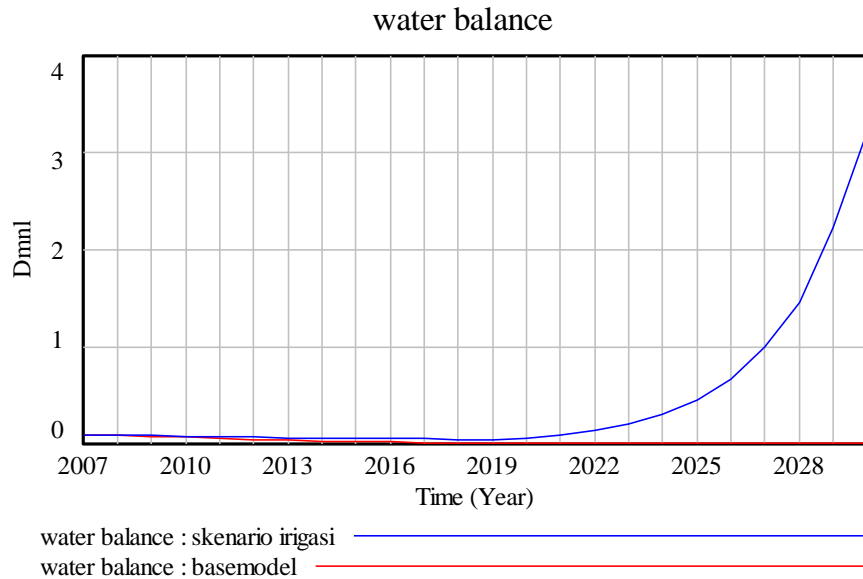


Dalam skenario model yang tertera pada gambar 4.43, variabel *water balance* sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air pada saluran irigasi dan total air yang dibutuhkan pada ladang. Dalam saluran bendung terdapat 3 jaringan distribusi air yaitu: Efisiensi Distribusi Primer, Efisiensi Distribusi Sekunder, dan Efisiensi Distribusi Tersier.

**Tabel 4. 32 Skenario perbaikan saluran irigasi untuk meningkatkan produktivitas**

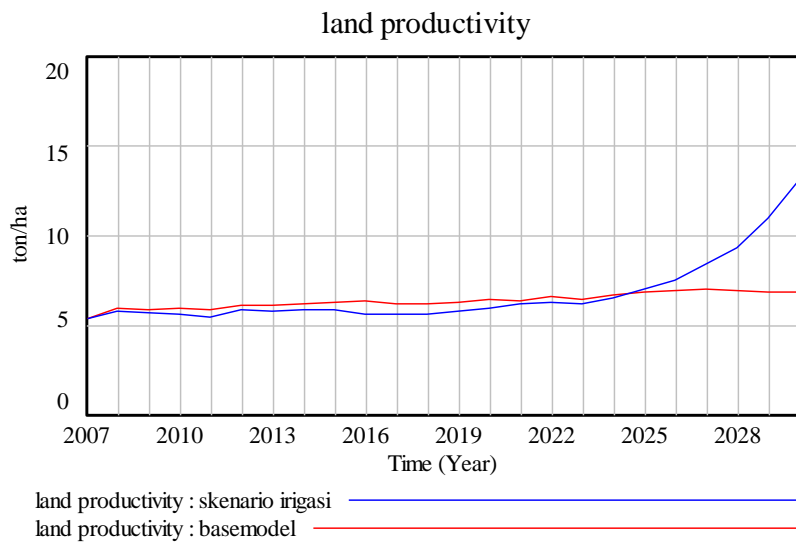
Variabel	Peningkatan Debit Air	Skenario
<i>Water Balance</i>	Peningkatan debit rata-rata air pada bendung primer, bendung sekunder dan bendung tersier untuk meningkatkan efektivitas air pada pengairan ladang	Perbaikan saluran irigasi dengan merubah nilai parameter pada bendung primer sebanyak 5%, bendung sekunder sebanyak 5%, dan tersier sebanyak 5% pada tahun >2018.

Sumber : (Pujilestari, Irianto, & Heryani, 2002)

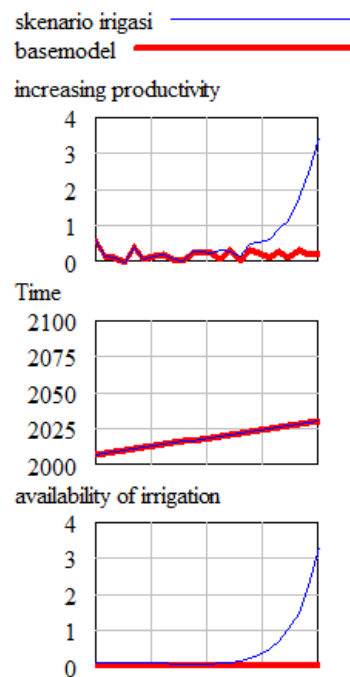


**Gambar 4. 44 Intensifikasi Perbaikan Irigasi**

Setelah dilakukan perbaikan saluran irigasi, maka kehilangan air berkurang dan efisiensi irigasi meningkat. Variabel “*water balance*” berada di atas 1 yang menandakan kebutuhan air tercukupi. Sehingga dapat meningkatkan produktivitas lahan Jawa Timur.



**Gambar 4. 45 Produktivitas lahan setelah skenario perbaikan irigasi**



**Gambar 4. 46 Grafik causes strip dari pengaruh ketersediaan irigasi**

Menurut Dinas Pertanian Jawa Timur ketersediaan irigasi dapat meningkatkan produktivitas sebanyak 15%. Berikut pada tabel 4.33 merupakan peningkatan produktivitas dari pengaruh ketersediaan irigasi.

**Tabel 4. 33 Pengaruh Irigasi Terhadap Produktivitas Lahan**

<b>Tahun</b>	<b>Pengaruh Irigasi Terhadap Produktivitas (Base Model) (%)</b>	<b>Pengaruh Irigasi Terhadap Produktivitas (Skenario) (%)</b>
2018	0.025	0.07022
2019	0.025	0.06645
2020	0.025	0.08615
2021	0.025	0.11724
2022	0.025	0.15946
2023	0.025	0.22939
2024	0.025	0.32804
2025	0.025	0.4706
2026	0.025	0.69283
2027	0.025	1.0255
2028	0.025	1.47714
2029	0.025	2.24839
2030	0.025	3.27883

*b. Decreasing Productivity*

*Decreasing Productivity* adalah faktor yang berpengaruh terhadap penurunan produktivitas. Adapun faktor yang menurunkan produktivitas adalah serangan hama dan penyakit. Menurut Dinas Pertanian Jawa Timur serangan hama dan penyakit berpengaruh terhadap produktivitas sebanyak 11%. Berikut pada tabel 4.34 merupakan penurunan produktivitas dari pengaruh serangan hama dan penyakit.

**Tabel 4. 34 Pengaruh Serangan Hama dan Penyakit**

<b>Tahun</b>	<b>Pengaruh Serangan Hama dan Penyakit Terhadap Produktivitas (Base Model) (%)</b>	<b>Pengaruh Serangan Hama dan Penyakit Terhadap Produktivitas (Skenario) (%)</b>
2018	0.17349	0.17786
2019	0.04797	0.04065
2020	0.17512	0.22613
2021	0.08966	0.08697

2022	0.19972	0.20058
2023	0.07442	0.08119
2024	0.01022	0.15293
2025	0.03976	0.0312
2026	0.19072	0.25828
2027	0.23628	0.23089
2028	0.32376	0.32704
2029	0.26156	0.21248
2030	0.19441	0.07483

Berikut adalah contoh perhitungan produktivitas lahan:

Produktivitas lahan = *initial value* + *increasing productivity* – *decreasing productivity*

*Increasing Productivity* = prosentase pengaruh penggunaan pupuk, bibit, irigasi

*Decreasing Productivity* = prosentase pengaruh serangan hama dan penyakit

**Tabel 4. 35 Perhitungan Produktivitas Jagung Organik 2018**

Perhitungan Produktivitas Jagung Organik 2018			
Initial Value	Produktivitas pada tahun 2017		5.41 ton/ha
Increasing	Pengaruh Pupuk	0.34	1.71 ton/ha
	Pengaruh Benih	0.43	
	Pengaruh Irigasi	0.94	
Decreasing	Pengaruh Serangan Hama dan Penyakit		0.17 ton/ha
			6.95 ton/ha

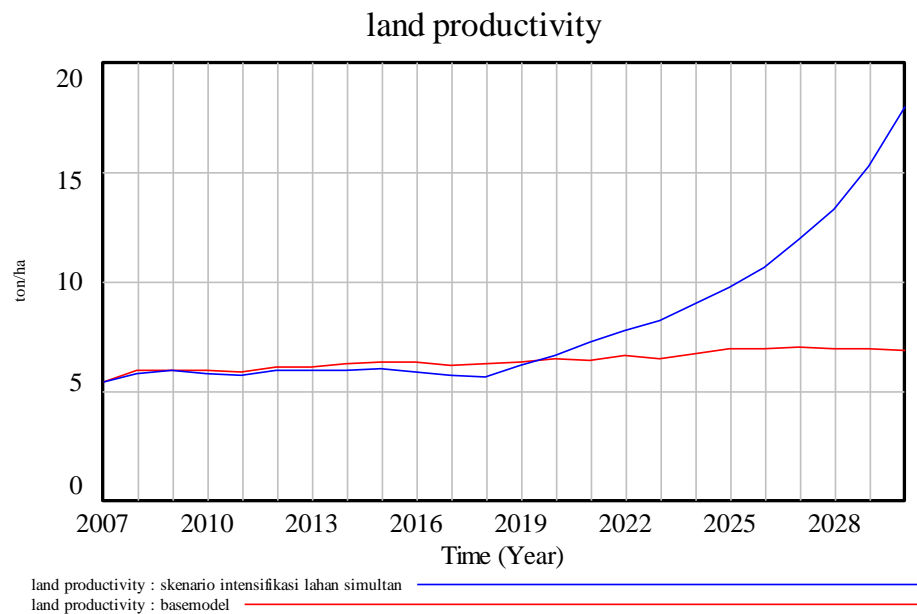
Berikut pada tabel 4.36 adalah perbandingan produktivitas lahan setelah skenario dan sebelum skenario:

**Tabel 4. 36 Perbandingan Produktivitas Lahan 2018-2030**

<b>Tahun</b>	<b>BaseModel (ton/ha)</b>	<b>Scn. Irigasi (ton/ha)</b>	<b>Scn. Pupuk (ton/ha)</b>	<b>Scn. Benih (ton/ha)</b>	<b>Scn. Hama (ton/ha)</b>	<b>Scn. Simultan (ton/ha)</b>
2018	6.246	5.648	6.121	6.10081	6.156	5.62365
2019	6.317	5.775	6.584	6.57018	6.223	6.16455
2020	6.484	5.932	6.828	7.07974	6.397	6.64373

2021	6.386	6.186	6.902	7.59886	6.248	7.2014
2022	6.621	6.270	6.920	7.95921	6.486	7.73111
2023	6.440	6.190	7.137	8.40165	6.304	8.21693
2024	6.669	6.561	7.005	8.93288	6.526	8.94374
2025	6.900	7.031	7.318	9.60952	6.615	9.72023
2026	6.960	7.532	7.451	10.05908	6.684	10.61243
2027	7.039	8.475	7.535	10.64991	6.694	11.896
2028	6.923	9.322	7.568	11.24649	6.584	13.32955
2029	6.897	10.958	7.442	11.72341	6.555	15.29998
2030	6.833	13.176	7.413	12.13258	6.540	17.9686
<b>Rata-Rata</b>	6.670	7.620	7.094	9.08	6.463	9.95

Berikut pada gambar 4.47 merupakan skenario simultan dari ketiga intensifikasi lahan untuk meningkatkan nilai dari produktifitas lahan.

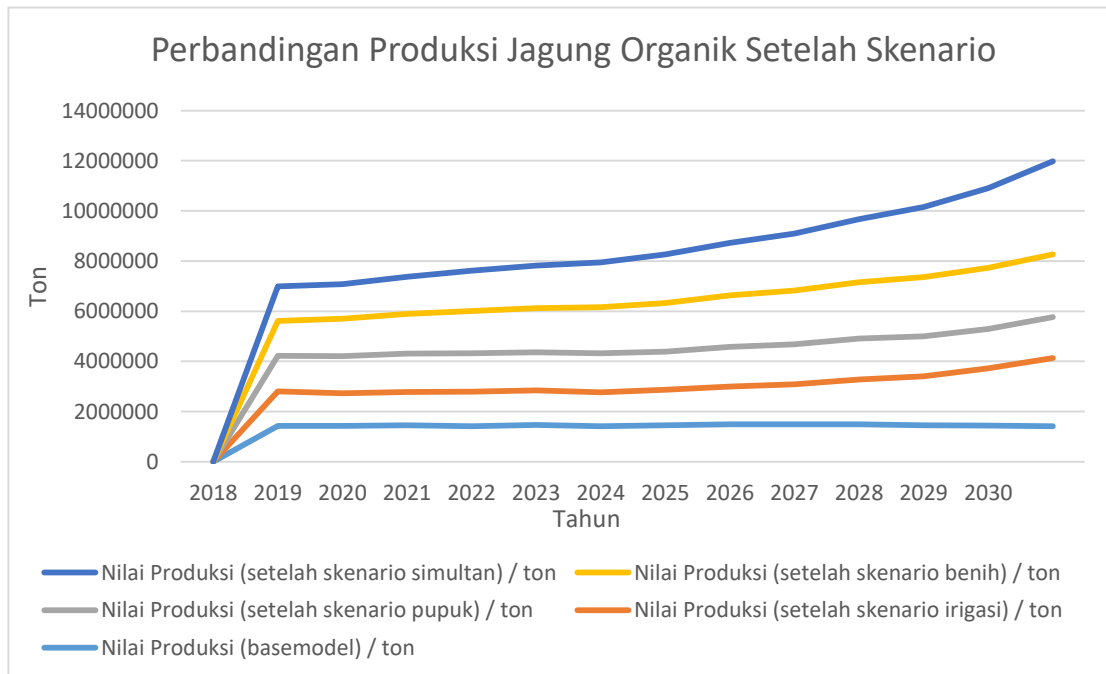


**Gambar 4. 47 Produktivitas lahan setelah skenario intensidikasi lahan simultan**

Berikut pada tabel 4.37 merupakan perbandingan produksi jagung organik setelah skenario dan sebelum skenario:

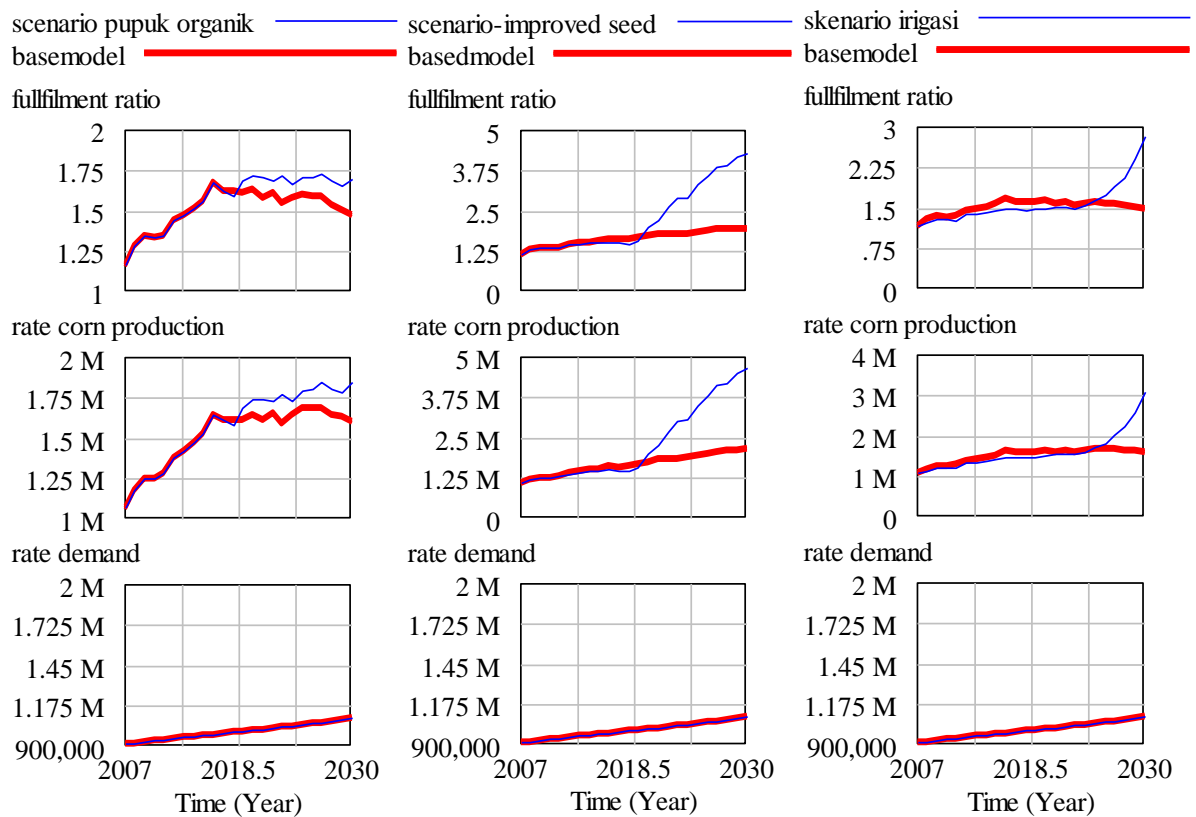
**Tabel 4. 37 Perbandingan Produksi Jagung Organik 2018 - 2030**

Tahun	Nilai Produksi (basemodel) / ton	Nilai Produksi (setelah skenario irigasi) / ton	Nilai Produksi (setelah skenario pupuk) / ton	Nilai Produksi (setelah skenario benih) / ton	Nilai Produksi (setelah skenario simultan) / ton
2018	1420324.25	1384437.25	1421970.875	1387291	1378786.375
2019	1425025.5	1302892.75	1485298.375	1482070.5	1390569.25
2020	1451026.375	1327493.5	1529898.875	1584238.125	1486673.125
2021	1417683.25	1373270.125	1534257.625	1686798	1598571.25
2022	1457998.25	1380818.5	1527910.25	1752656.125	1702427.375
2023	1406942.125	1352378.75	1562985.25	1835282	1794931.875
2024	1445174.625	1421851.125	1521903.625	1935715	1938068.375
2025	1483381.25	1511434.5	1577067.5	2065680.375	2089479.5
2026	1484357.875	1606218.875	1592633.625	2145021	2263019.5
2027	1489018.75	1792821	1623890.875	2252842.75	2516436.5
2028	1452800.125	1956181	1590439.75	2360008.5	2797126
2029	1435873.5	2281224	1569788.5	2440407.75	3184924.25
2030	1411099	2720975.75	1630102.625	2505377.5	3710514.75
<b>Rata-Rata</b>	1444669.606	1639384.394	1549088.288	1956414.51	2134732.933

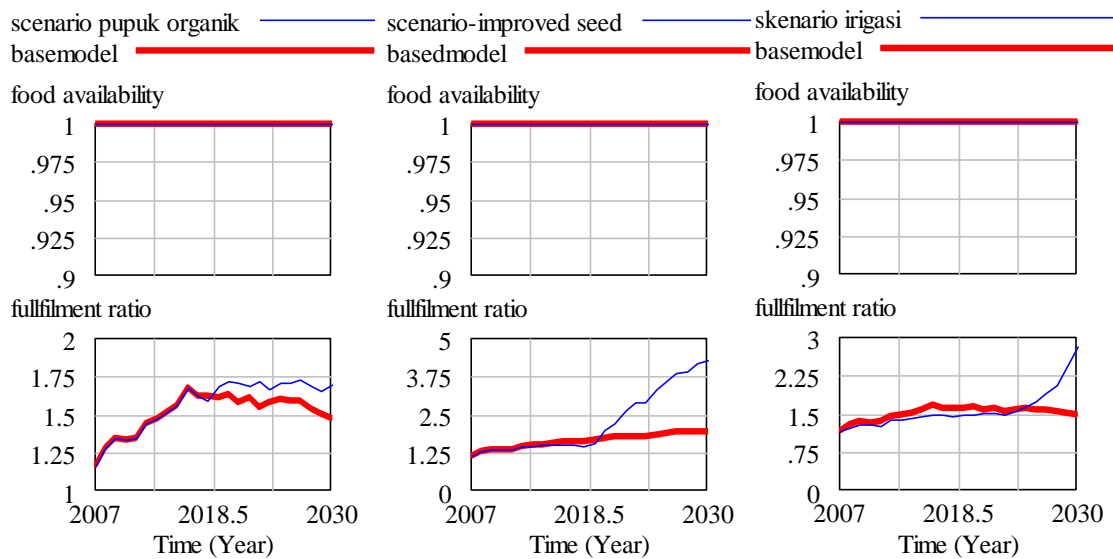


**Gambar 4. 48 Grafik Produksi Padi Setelah Skenario Optimis Cenderung Meningkat**

Rasio ketersediaan jagung mempengaruhi ketahanan pangan di Jawa Timur dari faktor ketersediaan. Dari ketiga skenario peningkatan produksi yang dilakukan, yang meliputi skenario pupuk organik, skenario pemilihan bibit unggul, dan skenario irigasi tampak seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.49, rasio pemenuhan jagung organik cenderung selalu naik dan diatas satu. Itu berarti dari sektor produksi jagung dapat memenuhi permintaan karena nilai produksi lebih tinggi dari nilai permintaan. Jika dilihat dari faktor ketersediaan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.50, nilai ketersediaan pangan (food availability) selalu menunjukkan angka satu, itu artinya ketahanan pangan dari faktor ketersediaan jagung di Jawa Timur cukup baik hingga tahun 2030.



**Gambar 4. 49 Fullfilment Ratio Setelah Skenario Intensifikasi masih diatas 1**



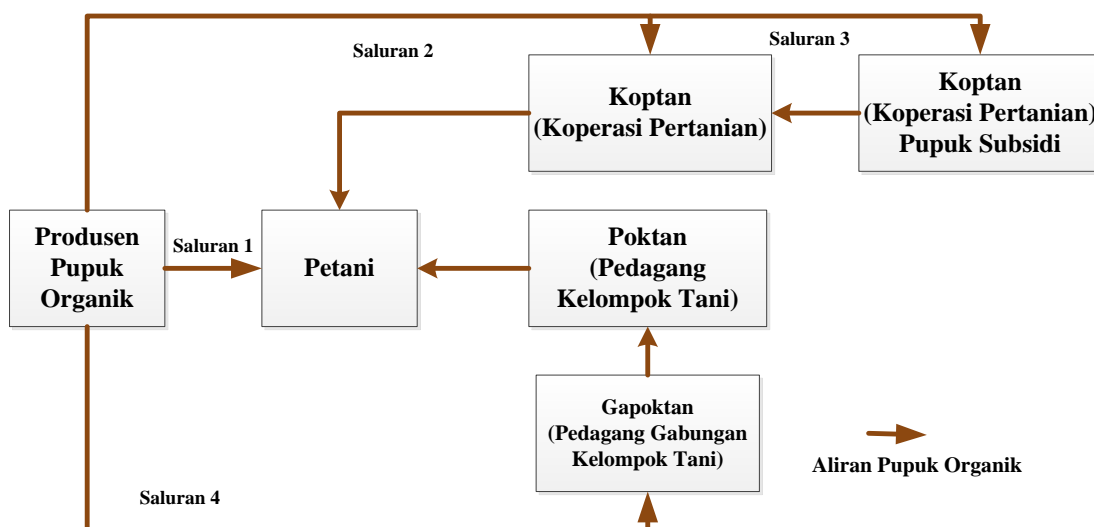
**Gambar 4. 50 Ketersediaan Pangan dari Aspek Ketersediaan**

#### **4.7.2 Skenario Meningkatkan Efektifitas dan Efisiensi Distribusi Pupuk Organik pada Rantai Pasok**

Skenario meningkatkan efektifitas penyaluran pupuk organik pada rantai pasok bertujuan untuk meningkatkan efektifitas distribusi pupuk organik dari sudut pandang petani jagung organik. Efektivitas pada umumnya digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan dalam melakukan suatu aktivitas atau kegiatan yang dilakukan. Dengan demikian efektifitas merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk melihat tercapai atau tidak tujuan atau program yang ditentukan Oleh sebab itu dalam pelaksanaannya sesuai dengan prinsip kerja yang berdasarkan tepat harga, tepat jumlah, tepat jenis dan tepat waktu (Marisa, 2011)

Untuk menentukan ketercapaian efektifitas distribusi pupuk organik dapat dilihat dari tiga faktor yaitu ketepatan tempat atau jarak, ketepatan waktu dan ketepatan jumlah. Ketepatan tempat adalah kemampuan petani menjangkau tempat memperoleh pupuk organik. Ketepatan waktu adalah kecepatan penyedia pupuk organik dalam memenuhi permintaan petani. Ketepatan jumlah adalah kemampuan penyedia pupuk organik dalam memenuhi jumlah permintaan petani. (Marisa, 2011)





**Gambar 4. 51 Alur Distribusi Pupuk Organik di Jawa Timur**

Alur distribusi pupuk organik mengalir dari produsen ke petani langsung, produsen ke koperasi pertanian non-subsidi dan subsidi kemudian disalurkan ke petani, produsen ke gapoktan untuk disalurkan ke poktan dan ke petani, produsen ke gapoktan untuk disalurkan ke petani langsung. Dalam studi di lapangan, produsen lebih banyak menjual ke petani langsung, mengingat kebutuhan pupuk organik yang tidak sedikit dan biaya transportasi yang mahal menjadi pertimbangan petani untuk membeli langsung pasokan pupuk mereka langsung ke produsen.

**Tabel 4. 38 Tabel Alur Distribusi Pupuk Organik di Jawa Timur**

Pola Aliran	Pelaku
Aliran 1	Produsen Pupuk Organik (Petroganik) – Petani
Aliran 2	Produsen Pupuk Organik (Petroganik) – Koptan (Koperasi Pertanian) Subsidi – Petani
Aliran 3	Produsen Pupuk Organik (Petroganik) – Koptan (Koperasi Pertanian) Non Subsidi – Petani
Aliran 4	Produsen Pupuk Organik (Petroganik) – Gapoktan – Poktan - Petani
Aliran 5	Produsen Pupuk Organik (Petroganik) – Gapoktan - Petani

Gambar 4.51 menggambarkan alur distribusi petani dalam memperoleh pupuk organik di Jawa Timur. Tabel 4.38 menunjukkan bahwa terdapat lima pola aliran petani mendapatkan pupuk organik. Dari hasil wawancara oleh 15 petani jagung organik, didapatkan data ketepatan tempat, waktu, dan jumlah pemenuhan pupuk organik oleh setiap penyedia pupuk.

**Tabel 4. 39 Efektifitas pola aliran rantai pasok**

<b>No</b>	<b>Pola Aliran</b>	<b>Ketepatan Waktu</b>	<b>Ketepatan Tempat</b>	<b>Ketepatan Jumlah</b>
1	Aliran 1	Dari segi ketepatan waktu, produsen menyediakan pupuk organik kepada konsumen dengan sangat efektif. Hal ini dikarenakan, dalam aspek pelayanan produsen menawarkan jasa pengiriman kepada konsumen dengan tenggat waktu yang telah disepakati. Sehingga pupuk datang tepat waktu sesuai yang diinginkan oleh konsumen.	Dari segi ketepatan tempat, keterjangkauan produsen dan petani dapat dikatakan sangat efektif. Hal ini dikarenakan, produsen menyediakan sistem free jasa pengiriman. Free jasa pengiriman dapat meminimalisir operational cost petani.	Dari segi ketepatan jumlah, produsen menyediakan pupuk organik kepada konsumen dengan sangat efektif. Hal ini dikarenakan, Jumlah pupuk yang dikirimkan sesuai dengan permintaan konsumen dan kebutuhan pupuk konsumen selalu terpenuhi.
2	Aliran 2	Dari segi ketepatan waktu, kemampuan koperasi pertanian subsidi dalam menyediakan permintaan konsumen dengan tepat waktu dapat dikatakan cukup efektif. Hal ini dikarenakan koperasi pertanian-subsidi mengalami kehabisan stok lebih cepat dan hal ini mengakibatkan	Dari segi ketepatan tempat, keterjangkauan koperasi pertanian bersubsidi dan petani dapat dikatakan cukup efektif. Hal ini dikarenakan tingkat persebaran koperasi tidak banyak sehingga petani membutuhkan biaya yang cukup untuk menjangkau lokasi tersebut.	Dari segi ketepatan jumlah, karena harga pupuk di koperasi pertanian bersubsidi yang terjangkau maka permintaan pupuk di koperasi tinggi. Hal ini mengakibatkan stok pupuk habis lebih cepat sehingga permintaan lain tidak dapat dipenuhi sesuai dengan jumlah permintaan yang diinginkan.

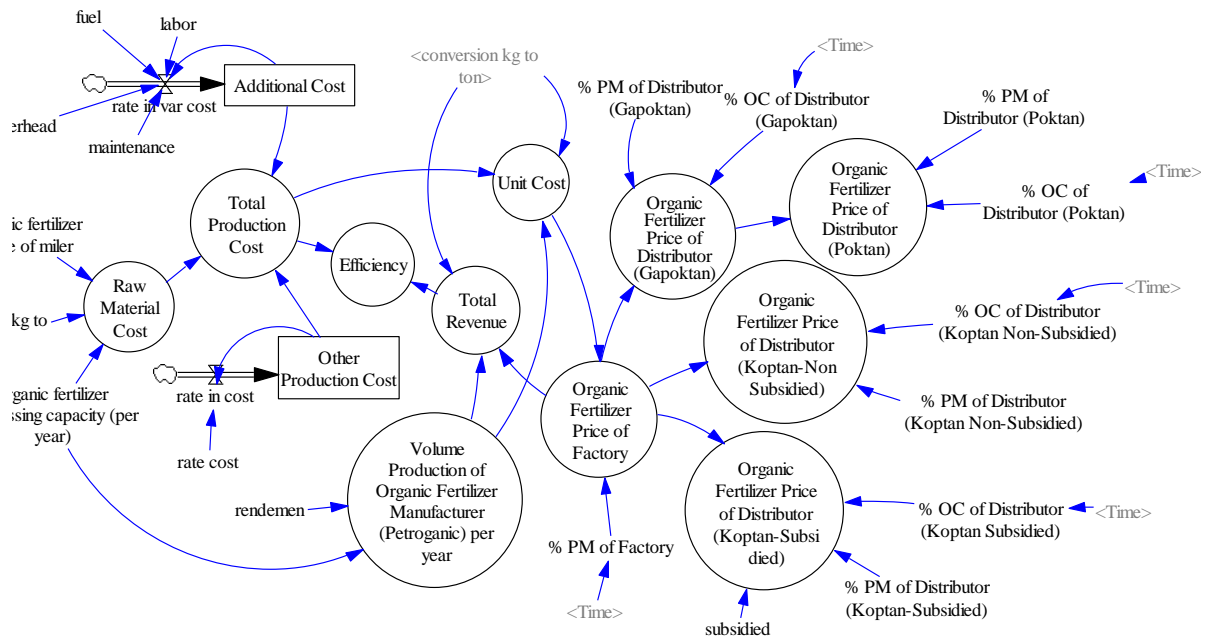
No	Pola Aliran	Ketepatan Waktu	Ketepatan Tempat	Ketepatan Jumlah
		keterlambatan waktu pemenuhan permintaan konsumen.		
3	Aliran 3	Dari segi ketepatan waktu, kemampuan koperasi pertanian non-subsidi menyediakan pupuk organik dengan tepat waktu dapat dikatakan efektif. Ketepatan waktu pelayanan permintaan konsumen sesuai dengan kemampuan konsumen datang tepat waktu. Koperasi pertanian non-subsidi tidak memberikan jasa pengiriman barang	Dari segi ketepatan tempat, keterjangkauan koperasi pertanian non-subsidi dan petani dapat dikatakan cukup efektif. Hal ini dikarenakan petani harus menjangkau lokasi dengan biaya mandiri yang mana persebaran koperasi tidak banyak dalam satu daerah.	Dari segi ketepatan jumlah, koperasi pertanian non-subsidi menyediakan pupuk organik kepada konsumen dengan efektif. Hal ini dikarenakan, Koperasi memiliki SOP yang baik dalam pemenuhan permintaan konsumen sesuai jumlah permintaan yang diinginkan. Dari segi harga produk, koperasi pertanian non-subsidi memberikan harga yang lebih terjangkau dibandingkan Gapoktan dan Poktan
4	Aliran 4	Dari segi ketepatan waktu, kemampuan Poktan dalam menyediakan pupuk organik dengan tepat waktu dapat dikatakan efektif. Ketepatan waktu pelayanan permintaan konsumen sesuai dengan kemampuan konsumen datang tepat waktu. Poktan tidak memberikan jasa pengiriman barang	Dari segi ketepatan tempat, keterjangkauan Poktan dan petani dapat dikatakan efektif. Hal ini dikarenakan petani dapat menjangkau lokasi dengan biaya mandiri yang mana persebaran Poktan lebih banyak dibandingkan persebaran Gapoktan dan koperasi pertanian non-subsidi	Dari segi ketepatan jumlah, Poktan menyediakan pupuk organik kepada konsumen dengan efektif. Hal ini dikarenakan, Poktan memiliki SOP yang baik untuk memenuhi permintaan konsumen. Dari segi harga produk, Poktan memberikan harga lebih mahal dibandingkan harga produk yang diberikan Gapoktan dan koperasi pertanian non subsidi
5	Aliran 5	Dari segi ketepatan waktu, kemampuan Gapoktan dalam menyediakan pupuk	Dari segi ketepatan tempat, keterjangkauan Gapoktan dan petani	Dari segi ketepatan jumlah, Gapoktan menyediakan pupuk organik kepada

No	Pola Aliran	Ketepatan Waktu	Ketepatan Tempat	Ketepatan Jumlah
		organik dengan tepat waktu dapat dikatakan efektif. Ketepatan waktu pelayanan permintaan konsumen sesuai dengan kemampuan konsumen datang tepat waktu. Gapoktan tidak memberikan jasa pengiriman barang	dapat dikatakan cukup efektif. Hal ini dikarenakan petani harus menjangkau lokasi dengan biaya mandiri yang mana persebaran koperasi tidak banyak seperti Poktan.	konsumen dengan efektif. Hal ini dikarenakan, Gapoktan memiliki SOP yang baik dalam pemenuhan permintaan konsumen sesuai jumlah permintaan yang diinginkan. Dari segi harga produk, Gapoktan memberikan harga yang lebih terjangkau dibandingkan Poktan.

Tabel 4.39 Efektifitas pola aliran rantai pasok menjelaskan deskripsi perbandingan efektifitas seluruh aliran rantai pasok distribusi pupuk organik yang dilihat dari sisi ketepatan waktu, ketepatan tempat dan ketepatan jumlah. Sesuai dengan tolak ukur efektivitas distribusi pupuk organik, pola aliran yang efektif terdapat pada pola aliran satu. Pola aliran satu memberikan ketepatan waktu, kemudahan keterjangkauan lokasi dan kemampuan memenuhi jumlah pupuk sesuai dengan permintaan konsumen. Pola aliran satu memberikan fasilitas berupa bebas biaya jasa pengiriman. Hal ini memberikan kemudahan pada konsumen untuk mendapatkan pupuk organik sesuai dengan waktu yang telah disepakati. Dari sisi keterjangkauan lokasi, meskipun persebaran produsen tidak banyak, petani tetap mudah memperoleh pupuk karena adanya sistem bebas biaya pengiriman. Hal ini memberikan kemudahan konsumen untuk meminimalisir biaya operasional. Kemampuan produsen juga baik dalam memenuhi jumlah permintaan sesuai dengan yang dibutuhkan konsumen. Hal ini dikarenakan produsen adalah pelaku pertama dalam produksi pupuk organik pada rantai pasok.

#### 4.7.2.2 Skenario Efisiensi Harga Pupuk Organik

Skenario efisiensi harga pupuk di tingkat petani merupakan skenario parameter. Skenario efisiensi harga pupuk bertujuan untuk mengurangi beban petani dalam memperoleh pupuk organik. Skenario ini dimaksudkan agar petani dapat memperoleh harga pupuk organik dengan harga yang lebih murah. Formulasi untuk skenario efisiensi ini adalah dengan mengurangi nilai *Operational Cost* pada masing-masing distributor. Pengurangan *Operational Cost* dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya dengan efisiensi bahan bakar pengiriman, upgrade kapasitas pengiriman namun dengan *resource* bahan bakar yang sama (mengganti mobil kecil dengan mobil yang lebih besar), serta pengiriman dengan rute terpendek sehingga dapat mengurangi *operational cost*. Disamping itu Petroganik sebagai produsen utama juga berperan dalam pengendalian harga. Pengendalian harga pada tingkat produsen sangat berpengaruh kepada harga pada tingkat distributor. Berikut merupakan skenario mengurangi operational cost dalam menurunkan harga pupuk di tingkat distributor.



Gambar 4. 52 Model skenario efisiensi harga pupuk organik

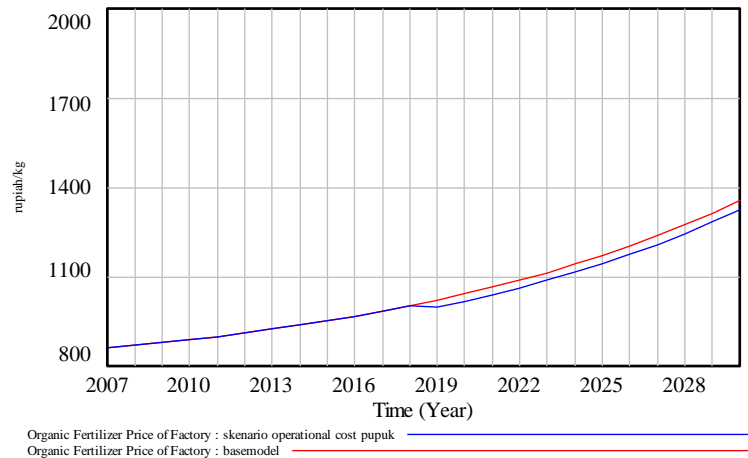
**Tabel 4. 40 Skenario efisiensi harga pupuk**

Pelaku Rantai Pasok	% OC Basemodel	% OC Skenario
1. Koperasi Pertanian Subsidi	3%	2.5 %
2. Koperasi Pertanian Non Subsidi	3%	2.5 %
3. Gapoktan	3%	2.5 %
4. Poktan	3%	2,5 %

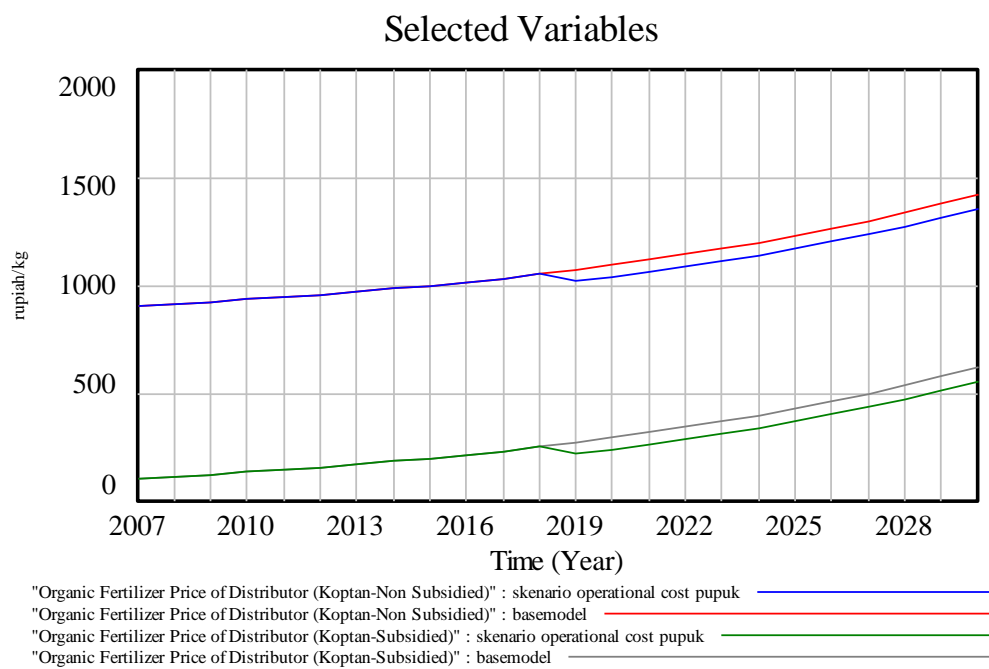
**Tabel 4. 41 Harga pupuk organik hasil skenario 2019-2030**

Tahun	Produsen (Petroganik) (Rupiah/kg)		Koperasi Pertanian Subsidi (Rupiah/kg)		Koperasi Pertanian Non-Subsidi (Rupiah/kg)		Gapoktan (Rupiah/kg)		Poktan (Rupiah/kg)	
	BM	SCN	BM	SCN	BM	SCN	BM	SCN	BM	SCN
2019	1020.7	997.5	271.7	218.9	1071.7	1018.9	1153.4	1098.7	1245.6	1155.3
2020	1041.4	1017.7	293.4	239.6	1093.4	1039.6	1176.7	1121.4	1270.9	1178.7
2021	1063.6	1039.4	316.8	261.8	1116.8	1061.8	1201.9	1144.8	1298	1203.4
2022	1087.5	1062.8	341.9	285.6	1141.9	1085.6	1228.9	1170.7	1327.2	1231
2023	1113.2	1087.9	368.9	311.3	1168.9	1111.3	1257.9	1198.3	1358.6	1260.1
2024	1140.9	1114.9	397.9	338.9	1197.9	1138.9	1289.2	1228.1	1392.3	1291.3
2025	1170.6	1144.0	429.1	368.6	1229.4	1168.6	1322.7	1260.1	1428.6	1325.2
2026	1202.5	1175.2	462.6	400.4	1262.6	1200.4	1358.8	1294.5	1467.6	1361.1
2027	1236.9	1208.7	498.7	434.7	1298.7	1234.7	1397.6	1331.4	1509.5	1400.5
2028	1273.8	1244.8	537.5	471.6	1337.5	1271.6	1439.4	1371.2	1554.5	1441.8
2029	1313.5	1283.6	579.1	511.2	1379.1	1311.2	1484.2	1413.9	1603	1486.7
2030	1356.1	1325.3	624	553.8	1424	1353.8	1532.4	1459.8	1655	1535.8
<b>Rata-Rata</b>	1168.4	1141.8	426.8	366.4	1226.8	1166.4	1320.3	1257.7	1425.9	1322.5

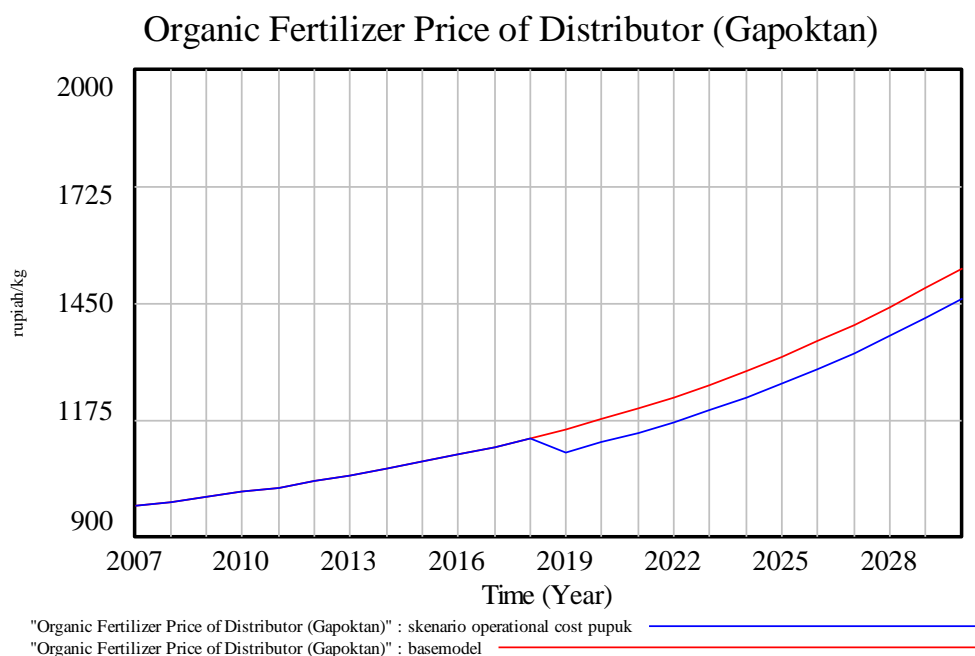
**Organic Fertilizer Price of Factory**



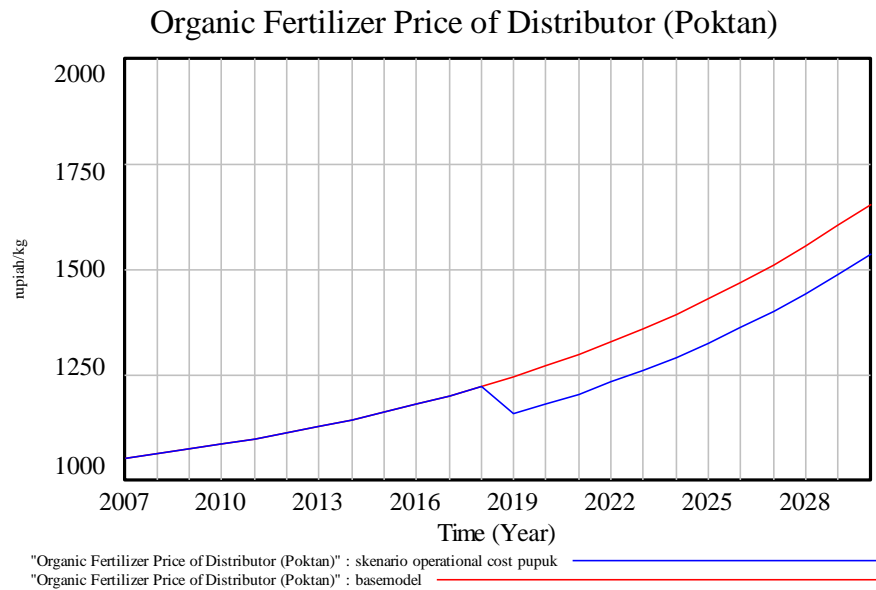
**Gambar 4. 53 Grafik Perbandingan Harga Pupuk Organik di Tingkat Produsen setelah skenario**



**Gambar 4. 54 Grafik Perbandingan Harga Pupuk Organik Subsidi dan Non-Subsidi setelah skenario**



**Gambar 4. 55 Grafik Perbandingan Harga Pupuk Organik di Gapoktan setelah skenario**



**Gambar 4. 56 Grafik Perbandingan Harga Pupuk Organik di Poktan setelah skenario**

Pada skenario untuk meningkatkan efisiensi penyaluran pupuk organik dalam rantai pasok bertujuan untuk meningkatkan efisiensi distribusi pupuk organik dari sudut pandang petani jagung organik. Untuk menentukan ketercapaian efisiensi distribusi pupuk organik dapat dilihat dari nilai minimum atau minimum *resource* yang dikeluarkan konsumen dalam mendapatkan pupuk organik. Dalam rantai pasok, pola aliran yang memberikan minimum *resource* pada konsumen adalah pola aliran satu. Pola aliran memberikan fasilitas bebas biaya untuk jasa pengiriman sehingga konsumen tidak perlu mengeluarkan biaya untuk menjangkau lokasi dan mendapatkan layanan yang sesuai dengan kebutuhan konsumen yaitu pemenuhan jumlah pupuk dan ketepatan waktu pengiriman pupuk organik.

Dengan efektifitas dan efisiensi alur distribusi pupuk organik dalam rantai pasok, petani lebih mudah merencanakan dan mengelola *resource* yang dibutuhkan dalam memproduksi jagung organik. Hal ini akan berdampak pada peningkatan intensitas produksi jagung organik.



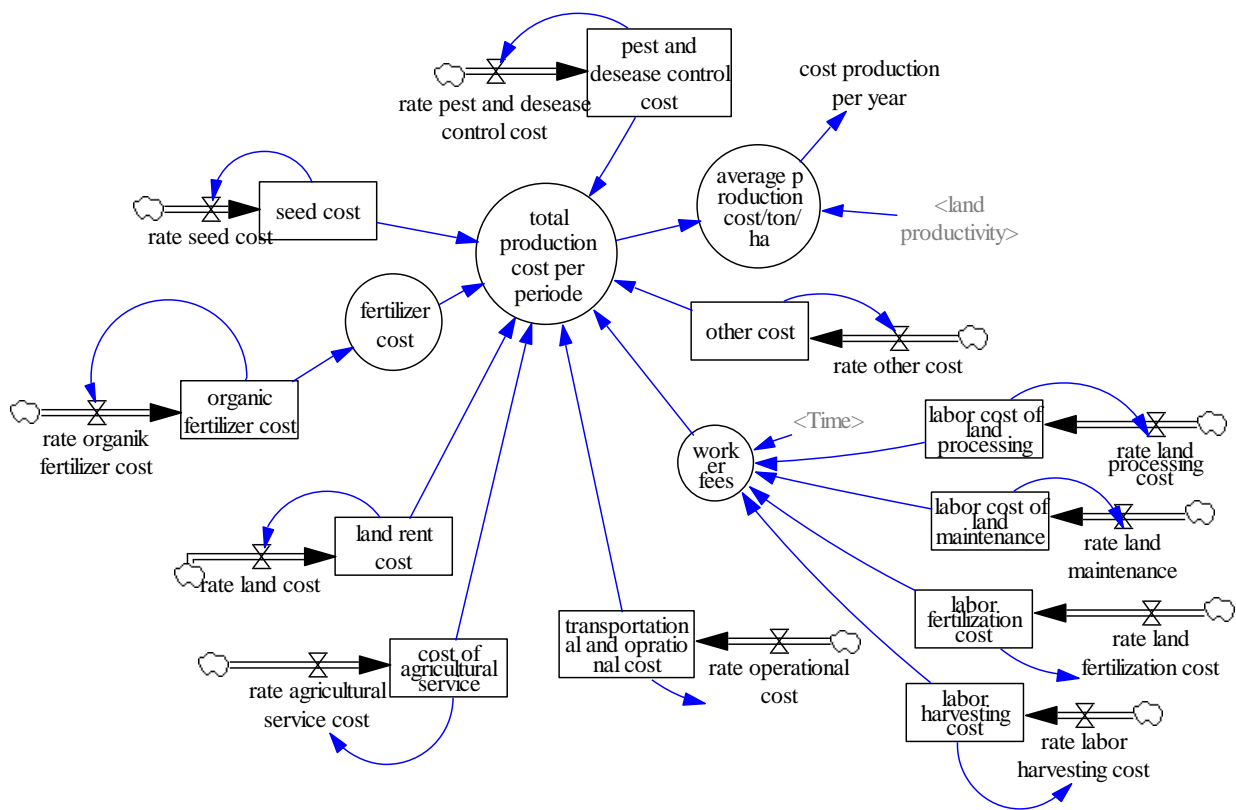
#### 4.7.3 Skenario Pengimplementasian *Smart Agriculture*

Skenario pengimplementasian *Smart Agriculture* bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian jagung organik dan meningkatkan pendapatan petani dengan cara melakukan efisiensi menggunakan teknologi *Internet Of Things* (IOT) pada *Smart Agriculture*. Penerapan *Smart Agriculture* ini membutuhkan investasi modal yang tinggi, namun dapat meningkatkan hasil dan mengurangi biaya produksi seiring dengan berjalannya waktu. Berikut adalah perkiraan biaya produksi per ha per musim tanam jagung organik seperti yang tertera pada tabel 4.42 berikut:

**Tabel 4. 42 Perkiraan Biaya Produksi Jagung Organik Per Ha Per Musim Tanam**

No	Komponen	Harga (Rupiah)
1	Benih	855170
2	Pupuk Organik	1116290
3	Pestisida Organik	342000
4	Upah Tenaga Kerja	
	-Biaya pemrosesan lahan	1150000
	-Biaya perbaikan lahan	1150000
	-Biaya Pemupukan	1150000
	-Biaya Panen	898120
6	Sewa Lahan	6499290
7	Jasa Pertanian	2736540
8	Sewa Alat dan Sarana dll	513100
	Lain-Lain	855170
	<b>Total</b>	17265680

Sumber: KTNA Kabupaten Malang

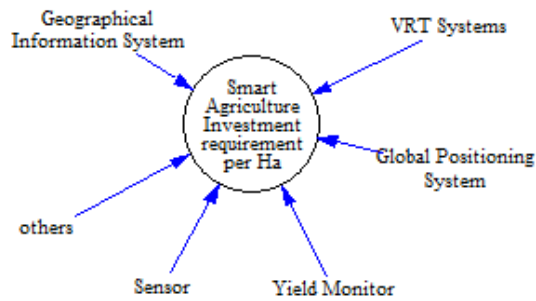


**Gambar 4. 57** Perkiraan Biaya Produksi Jagung Organik

**Tabel 4. 43** Skenario Efisiensi Biaya Produksi dengan menggunakan Smart Agriculture

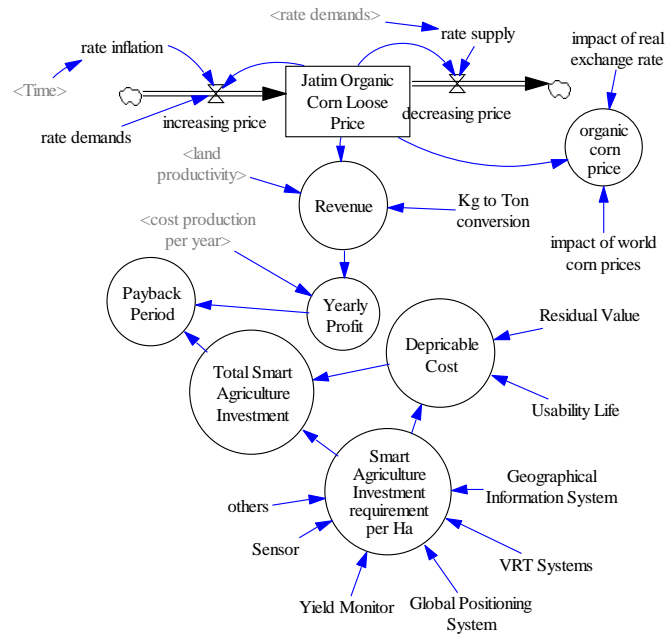
Variabel	Deskripsi	Skenario
<i>Worker Fees</i>	Melalui adaptasi teknologi IOT, petani dapat melakukan penghematan hingga 25 % dari biaya produksi. Selama ini biaya paling besar dari pertanian jagung organik berasal dari biaya tenaga kerja (25%). Untuk itu diperlukan upaya untuk melakukan efisiensi biaya produksi dari sektor tenaga kerja.	Efisiensi biaya produksi dengan mengimplementasikan <i>smart agriculture</i> dengan merubah mengurangi biaya produksi yang berasal dari biaya tenaga kerja, meliputi: biaya pemrosesan lahan, biaya perbaikan lahan dan biaya pemupukan.

Sumber: (Schimmelpfennig & Ebel, 2016)

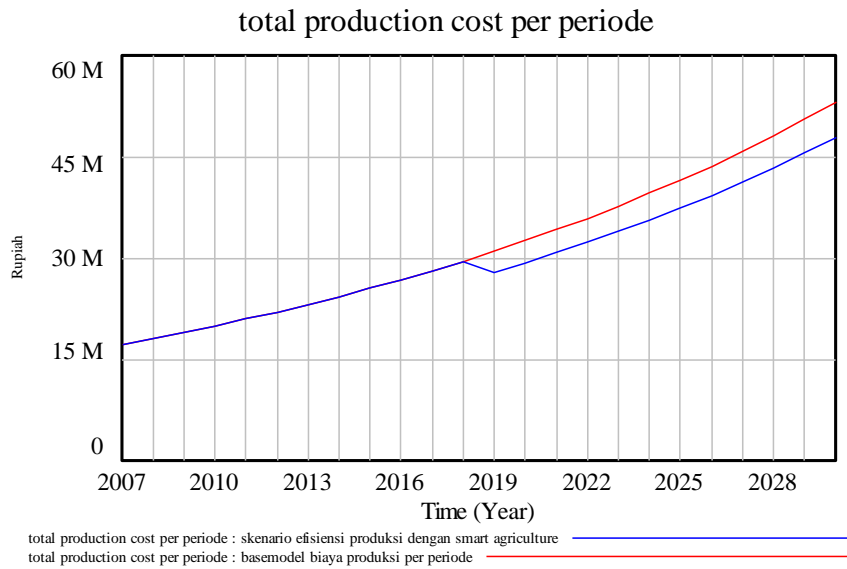


**Gambar 4. 58 Model skenario penerapan Smart Agriculture dengan teknologi IOT**

Pada Gambar 4.58 merupakan model skenario penerapan *Smart Agriculture* dengan mengadaptasi teknologi IOT (*Internet of Things*). Melalui adaptasi teknologi IOT, petani dapat melakukan penghematan hingga 25 % dari biaya produksi (Schimmelpfennig & Ebel, 2016). Penghematan dimaksudkan dengan melakukan efisiensi biaya produksi melalui biaya tenaga kerja yang meliputi biaya tenaga kerja pemrosesan lahan, biaya tenaga kerja perbaikan lahan dan biaya tenaga kerja pemupukan lahan.



**Gambar 4. 59 Skenario penerapan Smart Agriculture dengan perhitungan *Payback Period***



**Gambar 4. 60 Hasil Simulasi total production cost per periode**

Gambar 4.60 dari hasil simulasi, pada tahun 2018 total biaya produksi mencapai Rp 29.530.178 / periode. Biaya tersebut merupakan kalkulasi biaya benih, pupuk organik, pestisida organik, biaya tenaga kerja, sewa lahan, jasa pertanian, biaya transportasi dan operasional dan biaya lain-lain. Setelah pengimplimentasian teknologi IOT (*Internet of Things*) *SmartAgriculture*, tahun 2019 biaya produksi yang dikeluarkan petani mencapai Rp 27.908.828 atau terdapat penghematan anggaran sekitar 5 %.

Berikut adalah skenario investasi teknologi yang dibutuhkan untuk setiap hektar sawah dalam mengimplementasikan *Smart Agriculture*, khususnya penerapan teknologi *Internet Of Things* (IOT) dalam pertanian presisi, serta perhitungannya (Schimmelpfennig & Ebel, 2016)



\*\*Nilai Investasi dari sumber selain perhitungan sendiri merupakan US \$ yang dirupiah-kan dengan menggunakan kurs US \$ saat ini (15 Oktober 2018), yaitu 1 US\$ = Rp 15.300,-. Dari perkiraan investasi pengimplementasian *Smart Agriculture* atau pertanian presisi tersebut, dapat kita hitung *Payback Period* atau Periode Pengembalian Modal nya. Berikut pada tabel 4.45 adalah perhitungan periode pengembalian modal dari investasi *Smart Agriculture* tahun 2019.

**Tabel 4. 45 Payback Period Investasi Smart Agriculture**

Investasi Per Ha	Rp. 64.637.680
Profit per Ha per Tahun	Rp. 28.603.776
PBP = Modal / Profit	2.25

\*\*profit didapat dari perhitungan jumlah produksi dikurangi biaya jagung organik dan investasi

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa periode pengembalian modal untuk investasi *Smart Agriculture* adalah 2.25 atau dua tahun tiga bulan. Artinya, setelah dua tahun tiga bulan, petani baru akan merasakan peningkatan profit akibat pengimplementasian *Smart Agriculture* tersebut.

Berikut pada tabel 4.46 adalah perkiraan biaya produksi per ha per musim tanam dengan mengimplementasikan *Smart Agriculture*.

**Tabel 4. 46 Perkiraan Biaya Produksi Jagung Organik dengan *Smart Agriculture***

No	Komponen	Harga
1	Benih	855.170
2	Pupuk Organik	1.116.290
3	Pestisida Organik	342.000
4	Upah Tenaga Kerja	
	-Biaya pemrosesan lahan	575.000
	-Biaya perbaikan lahan	575.000
	-Biaya Pemupukan	575.000
	-Biaya Panen	898.120
5	Sewa Lahan	6499.290
6	Biaya Maintenance Teknologi	1.100.000
6	Jasa Pertanian	2.736.540
7	Sewa Alat dan Sarana dll	513.100
8	Lain-Lain	855.170
	<b>Total</b>	16.640.680

Berikut ini pada tabel 4.47 adalah perbandingan biaya, profit dan pendapatan yang akan didapatkan petani dengan mengimplementasikan *Smart Agriculture*, pertanian presisi atau tidak.

**Tabel 4. 47 Perbandingan sebelum dan setelah mengimplementasikan *Smart Agriculture***

<b>Tahun : 2019</b>	<b>Base Model / sebelum adopsi <i>Smart Agriculture</i></b>	<b>Model Skenario dengan <i>Smart Agriculture</i></b>
Production Cost per periode	Rp 31.006.682,-	Rp 27.908.828,-
Production Cost per Ha	Rp 4.908.222,-	Rp 4.417.845,-
Yearly Profit	Rp 26.617.752,-	Rp 28.603.776,-
<b>Tahun : 2030</b>	<b>Base Model / sebelum adopsi <i>Smart Agriculture</i></b>	<b>Model Skenario dengan <i>Smart Agriculture</i></b>
Production Cost per periode	Rp 53.031.952,-	Rp 47.733.576
Production Cost per Ha	Rp 7.760.685,-	Rp 6.985.322
Yearly Profit	Rp 99.666.864,-	Rp 102.807.088

Dari tabel 4.47 dapat dilihat bahwa biaya produksi skenario dengan *Smart Agriculture* lebih besar daripada basemodel ditahun-tahun pertama penginvestasian teknologi *Smart Agriculture*. Hal ini dikarenakan biaya investasi teknologi *Smart Agriculture* terbilang mahal. Terlebih di Indonesia, Jawa Timur lebih tepatnya, belum pernah mengimplementasikan teknologi pertanian seperti ini. Sehingga mempengaruhi pendapatan yang diperoleh petani untuk awal tahun penanaman modal/investasi. Namun setelah periode pengembalian modal sudah dilalui maka pendapatan petani akan meningkat, karena sudah tidak terbebani biaya investasi, melainkan hanya biaya produksi dan biaya maintenance dari teknologi yang diaplikasikan saja. Pada tahun 2019 atau saat pengimplementasian *Smart Agriculture*, *payback periode* atau jangka waktu balik modal sebesar 2.25 atau 2 tahun 3 bulan. Artinya, setelah dua tahun tiga bulan, petani baru akan merasakan peningkatan profit akibat pengimplementasian *Smart Agriculture* tersebut.

Peningkatan pendapatan petani akibat pengimplementasian *Smart Agriculture* dipengaruhi oleh peningkatan produksi dan penurunan biaya produksi. Dimana peningkatan pendapatan petani dengan mengimplementasikan *Smart Agriculture* dibanding tidak mengimplementasikan yaitu sebesar 6 % dari skenario tahun 2019-2030. Sementara untuk penurunan biaya produksi per hektar, dapat dilihat dari tabel 4.47, pada tahun 2019 (setelah periode pengembalian modal), biaya produksi tanpa pengimplementasian *Smart Agriculture* sebesar Rp 4.908.222,- per Ha, sementara biaya produksi per hektar dengan pengimplementasian *Smart Agriculture* sebesar Rp 4.417.845,-, hal ini menunjukkan penurunan sebesar 11%. Dari hasil skenario, pada tahun 2018 harga jual jagung organik mencapai Rp 6.764,- /kg. Fluktuasi harga mempengaruhi ketahanan pangan di Jawa Timur dari segi keterjangkauan. Dapat dilihat bahwa ketahanan pangan di Jawa Timur dari segi keterjangkauan harga masih cukup terjangkau hingga tahun 2030 yakni mencapai Rp 17.584,- / Kg.

#### **4.7.4 Skenario Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca**

Emisi gas rumah kaca dari sektor pertanian diduga dari emisi: (1) metana (CH<sub>4</sub>) dari budidaya jagung di ladang (2) karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) karena penambahan bahan kapur dan pupuk urea, (3) dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) dari tanah, termasuk emisi N<sub>2</sub>O tidak langsung dari penambahan N ke tanah karena penguapan/pengendapan dan pencucian, dan (4) non-CO<sub>2</sub> dari biomas yang dibakar pada aktivitas pertanian. Emisi ini dipengaruhi dari luas tanam, luas panen, jenis tanah, dan dosis pupuk (Kementrian Lingkungan Hidup, 2012).

Sistem pengelolaan tanaman yang tepat memberi sumbangan yang positif dalam langkah mitigasi gas rumah kaca dari sektor pertanian. Penggunaan dan pengelolaan tanah dengan sistem pertanian organik merupakan salah satu cara untuk menekan emisi CH<sub>4</sub> dari lahan sawah; pemupukan sesuai dengan kebutuhan tanaman mengurangi inefisiensi penggunaan pupuk N yang memicu terbentuknya gas N<sub>2</sub>O dan yang sangat signifikan adalah penggunaan pengairan berselang, di mana ada pengaturan kondisi tergenang dan kering disesuaikan dengan kebutuhan air selama fase



pertumbuhan tanaman. Berikut ini adalah teknologi mitigasi emisi GRK di lahan sawah (Litbang Pertanian, 2011).

1. Memilih varietas jagung organik yang tepat

Varietas jagung mempunyai peran yang sangat penting dalam melepaskan gas  $\text{CH}_4$ . Hal ini disebabkan adanya pembuluh aerenkima yang berfungsi sebagai jalur perantara lepasnya gas  $\text{CH}_4$ . Melalui aerenkima oksigen dialirkan ke akar dan rhizosfer sedangkan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  dan  $\text{C}_2\text{H}_2$  dialirkan dari tanah ke batang menuju atmosfer.

2. Pengelolaan Tanah dengan menggunakan sistem organik

Pada saat pengelolaan tanah sebelum masa semai jagung, tanah dikelola dengan menggunakan pupuk organik untuk mengurangi kadar  $\text{CH}_4$  yang terkandung dalam tanah. Mitigasi gas  $\text{CH}_4$  yang dikarenakan kadar metana dalam tanah dapat diminimalisir dengan menggunakan pupuk organik, sehingga kadar metana yang ada dalam tanah dapat diminimalisir.

3. Bijaksana dalam menggunakan pupuk

Budidaya jagung organik tidak terlepas dari penggunaan pupuk, terutama pupuk N. Pupuk harus digunakan secara bijaksana karena inefisiensi penggunaan pupuk N akan menjadi sumber emisi  $\text{N}_2\text{O}$ . Namun dalam sistem pertanian organik, pupuk N dapat digantikan dengan pupuk kandang (organik) guna memenuhi kebutuhan N pada tanaman jagung.

4. Pengaturan Air

Emisi  $\text{CH}_4$  akan semakin besar apabila sawah dalam kondisi tergenang. Pada kondisi ini, bakteri pembentuk gas  $\text{CH}_4$  (bakteri metanogen) aktif melaksanakan metabolismenya yang selanjutnya membentuk gas  $\text{CH}_4$ .

5. Meminimalisir penggunaan bahan bakar pertanian

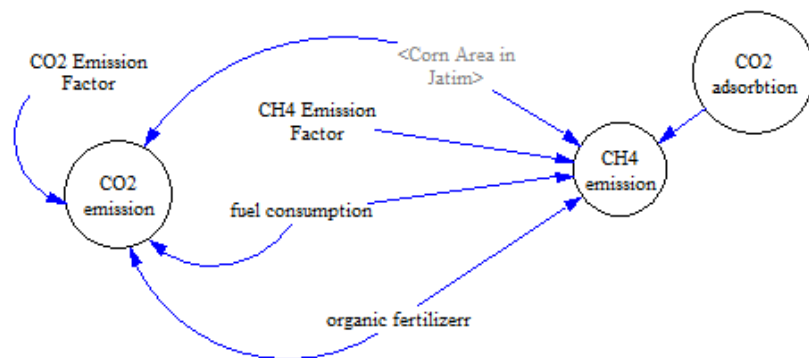
Bahan bakar pada pertanian masih menjadi faktor utama dalam hal Emisi Gas Rumah Kaca. Hasil gas dari pembakaran bahan bakar fosil dan transportasi dapat menahan lebih banyak radiasi dari yang dibutuhkan oleh bumi dan hasilnya suhu di permukaan bumi pun naik. Oleh karena itu meminimalisir

penggunaan bahan bakar pada pertanian cukup penting mengingat hal ini berdampak pada kerusakan lapisan ozon dan kenaikan suhu di bumi.

#### 6. Penggunaan Pupuk diperkaya Fe

Selain pemilihan varietas, pengelolaan tanah dengan menggunakan sistem organik, efisien dalam penggunaan pupuk serta pengaturan air, pengendalian rasio bahan organik yang mudah teroksidasi dengan Fe yang mudah tereduksi dapat menjadi salah satu upaya menekan emisi CH<sub>4</sub> dari lahan lading/sawah.

Namun dalam penelitian ini hanya menggunakan varietas jagung organik, pengelolaan tanah menggunakan sistem organik, penggunaan pupuk organik sesuai kebutuhan hara, dan efisiensi saluran irigasi untuk melakukan upaya penurunan emisi gas rumah kaca.



**Gambar 4. 62 Skenario Emisi Gas Rumah Kaca**

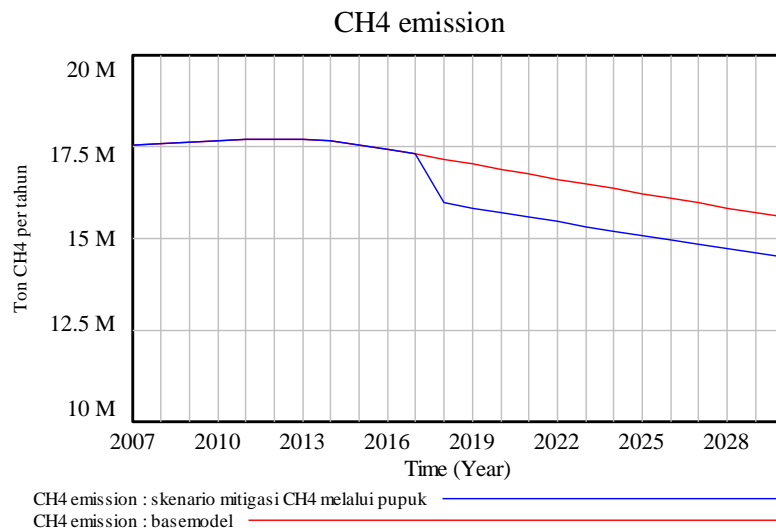
*Smart agriculture* digunakan untuk mengetahui kondisi terkini unsur hara tanah. Ketika tanah membutuhkan input (pupuk), dapat diberikan sesuai kebutuhan tanah, sehingga terjadi efisiensi dan penghematan terhadap pemberian input. Selain itu, penggunaan pupuk organik berperan penting untuk meminimalisir residu nitrat tanah yang dapat membantu menurunkan emisi CH<sub>4</sub> (Roth, 2010). Pada tabel 4.48 dibawah ini dijelaskan skenario pengurangan emisi gas CH<sub>4</sub> melalui penggunaan pupuk organik.

**Tabel 4. 48 Skenario penggunaan pupuk organik pada pertanian jagung organik untuk mengurangi emisi gas rumah kaca**

Variabel	Penggunaan Pupuk Organik	Skenario
<b>Organic Fertilizer</b>	Tanah dikelola dengan menggunakan pupuk organik untuk mengurangi kadar metan yang terkandung dalam tanah. Mitigasi gas CH <sub>4</sub> yang dikarenakan kadar metan dalam tanah dapat diminimalisir dengan menggunakan pupuk organik, sehingga kadar metana yang ada dalam tanah dapat diminimalisir.	Efisiensi penggunaan pupuk organik untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai emisi dari CH <sub>4</sub> sebesar 7%

Sumber : (Roth, 2010)

Berikut adalah perbedaan hasil produksi emisi gas rumah kaca dari faktor efisiensi penggunaan pupuk organik, yang ditunjukkan oleh Gambar 4.63.



**Gambar 4. 63 Skenario Mitigasi CH<sub>4</sub> melalui penggunaan pupuk**

Jika dilihat dari Gambar 4.63, emisi gas rumah kaca melalui penggunaan pupuk berkurang seiring dengan efisiensi pupuk organik yang digunakan. Hal ini dikarenakan kadar metan dalam tanah dapat diminimalisir dengan menggunakan pupuk organik, sehingga kadar metana yang ada dalam tanah dapat diminimalisir. Rata-rata penurunan emisi gas rumah kaca melalui pupuk organik pada pertanian jagung sebesar 8.4 %.

Penurunan ini terjadi karena adanya pengenalan sistem budidaya tanaman yang lebih baik dan mampu mengurangi emisi, diantaranya yaitu penggunaan varietas jagung rendah emisi (jagung hibrida) dan menerapkan sistem irigasi yang lebih baik

(sistem pengairan berselang), dengan cara melakukan pengeringan dua kali setiap musim tanam masing-masing selama satu minggu. Dekomposisi anaerobic dari bahan organik tanah pada lahan sawah tergenang menghasilkan metana ( $\text{CH}_4$ ), yang dilepaskan ke atmosfer terutama melalui jaringan aerenkima tanaman. Namun hal ini dapat diminimalisir dengan bantuan pupuk organik sehingga dekomposisi anaerobic pada lahan tergenang menurunkan kadar metana ( $\text{CH}_4$ ). Jumlah gas  $\text{CH}_4$  yang dipancarkan ke atmosfer dari daerah sawah irigasi dipengaruhi oleh usia tanaman, tata air sebelum dan selama penanaman, input bahan organik dan anorganik, jenis tanah, penggunaan bahan bakar, suhu dan varietas benih (Cao et al.1995).

Saat ini, motor bakar masih mendominasi pemanfaatan energi di bidang mekanisasi pertanian terutama pengolahan lahan, pemanenan, hingga pengolahan hasil pertanian. Misalnya yang paling sederhana yaitu traktor sawah. Motor bakar yang digunakan pada traktor umumnya yaitu motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yang menggunakan bahan bakar diesel. Penggunaan bahan bakar diesel yang berlebihan akan berpengaruh terhadap emisi gas yang dihasilkan (Tasliman, 2002). Untuk itu perlu upaya penghematan bahan bakar pertanian untuk menekan angka emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pertanian jagung.

Dalam penggunaan traktor dalam pengolahan lahan pertanian terdapat dua pola yaitu pola bolak-balik dan pola berkeliling. Pola pengolahan tanah akan mempengaruhi kapasitas kerja alat pengolah tanah yang digunakan. Pola pengolahan tanah yang baik adalah pola pengolahan tanah yang meminimalisir waktu terbuang. Dalam hal ini, waktu berbelok merupakan waktu yang merugikan bagi petani. Jadi pola pengolahan tanah yang baik adalah pola dengan jumlah berbelok yang paling sedikit. Untuk luas petakan yang sama, pada pola bolak balik jumlah belokannya lebih banyak dibanding dengan jumlah belokan pada pola berkeliling. Pada pola bolak balik jumlah belokan sekitar 28 kali belokan dan pada pola berkeliling sekitar 22 kali belokan tanpa ada pengangkatan alat bajak karena traktor tangan.

Menurut Yunus (2004) jika kecepatan semakin besar maka kapasitas kerja pun akan semakin besar. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Yuswar (2004), mengatakan

bahwa kecepatan maju merupakan salah satu metode untuk meningkatkan kapasitas kerja alat pertanian yaitu dengan menambah kecepatan maju berarti meningkatkan kapasitas kerja alat pengolah tanah tanpa harus menambah berat dan jumlah unit tenaga penggerak yang membebani tanah. Semakin panjang jarak tempuh traktor maka akan semakin besar tenaga traktor yang dibutuhkan, sehingga kapasitas kerja akan semakin besar pula.

Semakin dalam pembajakan, maka semakin besar konsumsi bahan bakar dan kapasitas kerjanya. Begitu juga untuk faktor kecepatan traktor, semakin kencang traktor, semakin tinggi pula kapasitas kerjanya. Menurut Pramuhadi (2004) penambahan tenaga traktor memerlukan pembakaran yang lebih besar sehingga konsumsi bahan bakar traktor semakin besar selain itu tahanan penetrasi tanah juga mempengaruhi konsumsi bahan bakar traktor.

**Tabel 4. 49 Analisis rerata konsumsi bahan bakar minyak (L/Jam) pada traktor**

<b>Pola Pengolahan Tanah</b>	<b>Faktor kedalaman (D)</b>	<b>Faktor Kecepatan (V)</b>			<b>Rerata</b>
		0.83 m/s	1.25 m/s	1.67 m/s	
<b>Bolak-Balik Rapat</b>	10 cm	1.205 L/Jam	1.790 L/Jam	1.888 L/Jam	1.628 L/Jam
	15 cm	1.246 L/Jam	1.998 L/Jam	2.045 L/Jam	1.763 L/Jam
	20 cm	2.386 L/Jam	2.973 L/Jam	3.059 L/Jam	2.806 L/Jam
	<b>Rerata</b>	<b>1.612 L/Jam</b>	<b>2.253 L/Jam</b>	<b>2.331 L/Jam</b>	<b>2.066 L/Jam</b>
<b>Berkeliling</b>	10 cm	0.868 L/Jam	0.977 L/Jam	1.034 L/Jam	0.960 L/Jam
	15 cm	0.910 L/Jam	0.964 L/Jam	1.126 L/Jam	1.000 L/Jam
	20 cm	0.901 L/Jam	1.394 L/Jam	1.787 L/Jam	1.361 L/Jam
	<b>Rerata</b>	<b>0.893 L/Jam</b>	<b>1.112 L/Jam</b>	<b>1.316 L/Jam</b>	<b>1.107 L/Jam</b>

Sumber : (Mardinata, Zulkifli, 2014)

Berdasar Tabel 4.49, terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan traktor maka semakin besar konsumsi bahan bakar. Semakin panjang jarak tempuh traktor tangan maka akan semakin besar tenaga traktor yang dibutuhkan, sehingga konsumsi BBM akan semakin besar pula. Hasilnya konsumsi BBM pola bolak-balik rapat akan lebih besar dibandingkan konsumsi BBM pola berkeliling. Kapasitas kerja pola bolak-balik

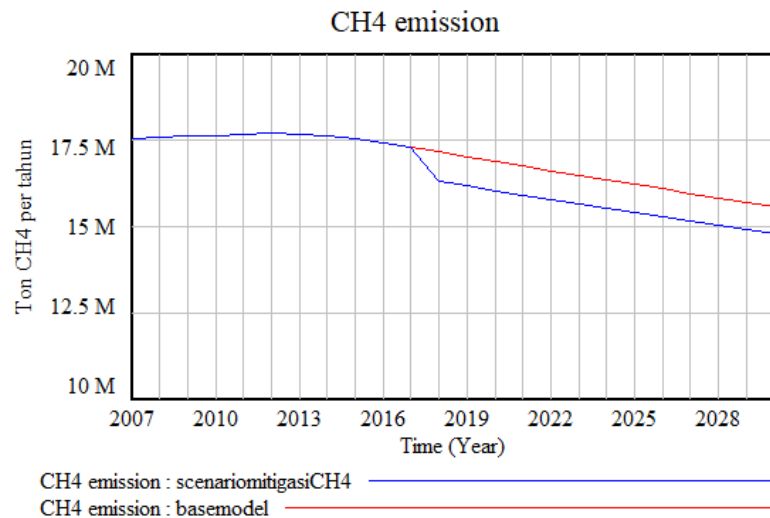
rapat akan lebih besar dibandingkan kapasitas kerja pola berkeliling. Tenaga traktor traktor yang dikeluarkan dalam penyiapan lahan pertanian menggunakan pola bolak-balik rapat akan lebih besar dibandingkan dengan tenaga traktor yang dikeluarkan dalam penyiapan lahan dengan pola berkeliling. Berdasarkan hasil analisis: pola berkeliling lebih direkomendasikan. Pada Tabel 4.50 dijelaskan skenario penghematan bahan bakar pada pertanian jagung organik.

**Tabel 4. 50 Skenario penghematan bahan bakar pada pertanian jagung organik untuk mengurangi emisi gas rumah kaca**

Variabel	Penggunaan Bahan Bakar per Hektar	Skenario
Fuel Consumption	Kebutuhan bahan bakar rata-rata pada kedalaman pembajakan 10-20 cm dan kecepatan kerja 0,83-1,67 m/s untuk penyiapan lahan seluas 1 ha dengan pola bolak-balik rapat adalah 2,066 liter/jam, sedangkan pada pola berkeliling adalah 1,107 l/jam	Penghematan bahan bakar yang diperoleh dengan mengganti pengolahan lahan pertanian yang awalnya menggunakan pola bolak-balik rapat dengan menggunakan pola berkeliling.

Sumber : (Mardinata, 2014)

Berikut adalah perbedaan hasil produksi emisi gas rumah kaca dari faktor pengurangan bahan bakar pertanian yang digunakan, ditunjukkan oleh Gambar 4.64.



**Gambar 4. 64 Skenario Mitigasi CH<sub>4</sub> melalui pengurangan bahan bakar**

Jika dilihat dari Gambar 4.64, emisi gas rumah kaca akibat pengurangan bahan bakar pertanian berkurang seiring dengan efisiensi penggunaan bahan bakar yang digunakan. Hal ini dikarenakan bahan bakar fosil mempunyai peran dalam upaya penurunan emisi gas rumah kaca. Rata-rata penurunan emisi gas rumah kaca akibat penghematan bahan bakar pada pertanian jagung sebesar 5.3 %.

Skenario pengurangan emisi gas rumah kaca melalui efisiensi bahan bakar pertanian juga dapat dilakukan melalui penghematan bahan bakar pada traktor. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan menerapkan pengolahan tanah melalui Sistem Tanam Organik Terpadu (STOP). Pengolahan tanah melalui sistem ini dimaksudkan dengan memperbaiki kualitas tanah melalui pembajakan tanah yang dilakukan bersamaan dengan pemupukan. Hal ini bertujuan untuk memperbaiki unsur hara yang terkandung dalam tanah dengan bantuan dari pupuk organik. Aplikasi pupuk organik pada sistem budidaya tanaman jagung merupakan penerapan konsep LEISA (*Low Eksternal Input on Sustainable Agriculture*) dalam mendukung pertanian yang berkelanjutan. Pupuk organik ini merupakan pengelolaan sumberdaya limbah peternakan untuk meningkatkan kualitas sumberdaya lahan pertanian.

Dampak ikutan dari pengelolaan tanah dengan menerapkan sumber daya limbah peternakan sebagai hara organik dalam Sistem Tanam Organik Terpadu yakni bahwa pada sistem pertanian organik dalam jangka panjang, penggunaan pupuk organik mampu menjaga kestabilan kesuburan tanah secara alamiah, kestabilan ekonomi, serta menghasilkan produk yang bermutu dan bebas dari bahan beracun (Higa, 1993). (Sutanto, 2002) mengemukakan bahwa pemberian bahan organik yang kaya nitrogen diaplikasikan bagi sistem usahatani untuk menghindari pengaruh negatif terhadap kualitas tanaman dan kondisi lingkungan. Dan sebaliknya sistem usahatani konvensional dalam jangka panjang sulit untuk menciptakan kesuburan secara alamiah.

Pengaplikasian pupuk organik secara periodik pada sistem usahatani maka secara periodik pula sumberdaya lahan ditingkatkan kualitasnya. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak mikroorganisme yang bekerja untuk menguraikan bahan-bahan

organik dalam tanah bahkan dapat mencegah terjadi bakteri pathogen yang dapat menyerang tanaman yang diusahakan (Higa, 1993).

Berikut merupakan konsep pengelolaan tanah dengan menggunakan Sistem Tanam Organik Terpadu:

**Tabel 4. 51 Perbedaan pengolahan tanah sistem organik dan konvensional**

<b>Pengolahan tanah dengan sistem organik</b>	<b>Pengolahan tanah konvensional</b>
<b>Pola Pengolahan Tanah</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pola Tengah</li> <li>2. Pola Tepi</li> <li>3. Pola Keliling Tengah</li> <li>4. Pola Keliling Tepi</li> <li>5. Pola Bolak-Balik Rapat</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pola Tengah</li> <li>2. Pola Tepi</li> <li>3. Pola Keliling Tengah</li> <li>4. Pola Keliling Tepi</li> <li>5. Pola Bolak-Balik Rapat</li> </ol>
<b>Frekuensi Pembajakan</b>	
Frekuensi pembajakan tanah dilakukan 1 – 2 x bajak dengan kedalaman 10- 15 cm	Frekuensi pembajakan tanah dilakukan 2 – 3 x bajak dengan kedalaman 10 , 15, 20 cm sesuai dengan kebutuhan dan kondisi tanah
<b>Langkah-Langkah Dalam Pembajakan Tanah</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memberi pupuk organik dengan takaran 1 ton / ha yang disebar secara merata (didiamkan 2 – 3 hari)</li> <li>2. Membuat batas-batas lahan yang akan diolah dan tempat <i>head land</i> (lahan untuk berbelok)</li> <li>3. Traktor dibawa ke lahan dan diletakkan sesuai dengan pola yang diinginkan.</li> <li>4. Atur gas dan posisi gigi persneling yang direkomendasikan oleh pabrik</li> <li>5. Pembajakan dimulai. Kedalaman pembajakan untuk alur pertama (pada saat roda traktor belum masuk ke alur), tidak perlu terlalu dalam.</li> <li>6. Pada saat berbelok, implement (traktor) diangkat.</li> <li>7. Pembajakan selanjutnya dilakukan dengan cara memasukkan salah satu roda ke alur. Kedalaman pembajakan otomatis menjadi lebih dalam.</li> <li>8. Perulangan pembajakan hanya dilakukan sekali. Hal ini dikarenakan unsur hara pada tanah dapat dipenuhi oleh pupuk organik</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membuat batas-batas lahan yang akan diolah dan tempat <i>head land</i> (lahan untuk berbelok)</li> <li>2. Traktor dibawa ke lahan dan diletakkan sesuai dengan pola yang diinginkan.</li> <li>3. Atur gas dan posisi gigi persneling yang direkomendasikan oleh pabrik</li> <li>4. Pembajakan dimulai. Kedalaman pembajakan untuk alur pertama (pada saat roda traktor belum masuk ke alur), tidak perlu terlalu dalam.</li> <li>5. Pada saat berbelok, implement (traktor) diangkat.</li> <li>6. Pembajakan selanjutnya dilakukan dengan cara memasukkan salah satu roda ke alur. Kedalaman pembajakan otomatis menjadi lebih dalam.</li> <li>7. Mengulangi alur pembajakan untuk ke 2 dan ke 3 dengan rute yang sama.</li> </ol>



#### 4.7.5 Simpulan Skenario

Dari beberapa skenario yang telah dibuat, penulis menyimpulkan beberapa skenario tersebut untuk memberikan gambaran lebih jelas, yang ditunjukkan pada tabel 4.52 berikut:

**Tabel 4. 52 Simpulan Hasil Skenario**

No	Simulasi	Sebelum Skenario (Basemodel)	Setelah Skenario
1	Hasil simulasi Produktivitas lahan dengan skenario intensifikasi lahan	Produktivitas lahan pada tahun 2018 sebesar 6.24 ton/ha dan pada tahun 2030 sebesar 6.83 ton/ha	Produktivitas lahan pada tahun 2018 sebesar 6.02 ton/ha dan pada tahun 2030 sebesar 8.50 ton/ha
	1.1 Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik	Pengaruh penggunaan pupuk organik terhadap produktivitas lahan sebelum skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 0.025 dan pada tahun 2030 sebesar 0.024	Pengaruh penggunaan pupuk organik terhadap produktivitas lahan setelah skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 0.25 dan pada tahun 2030 sebesar 0.27
	1.2 Pengaruh Penggunaan Bibit Unggul	Pengaruh penggunaan bibit unggul terhadap produktivitas lahan sebelum skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 0.06 dan pada tahun 2030 sebesar 0.03	Pengaruh penggunaan bibit unggul terhadap produktivitas lahan setelah skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 0.43 dan pada tahun 2030 sebesar 1.51
	1.3 Pengaruh Perbaikan Irigasi	Pengaruh perbaikan irigasi terhadap produktivitas lahan sebelum skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 6.24 dan pada tahun 2030 sebesar 6.83	Pengaruh perbaikan irigasi terhadap produktivitas lahan setelah skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 5.6 dan pada tahun 2030 sebesar 8.4
2	Hasil simulasi peningkatan produksi jagung organik dengan skenario intensifikasi lahan	Nilai produksi jagung organik pada tahun 2007 sebesar ton/ha dan pada tahun 2017 sebesar ton/ha	Nilai produksi jagung organik pada tahun 2007 sebesar ton/ha dan pada tahun 2017 sebesar ton/ha
	2.1 Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik	Nilai produksi yang dipengaruhi penggunaan pupuk organik sebelum skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 1420324,25	Nilai produksi yang dipengaruhi penggunaan pupuk organik setelah skenario pada tahun 2018 adalah sebesar

		ton/tahun dan pada tahun 2030 sebesar 1411099 ton/tahun	1391970.875 ton/tahun dan pada tahun 2030 sebesar 1630102.625 ton/tahun
	2.2 Pengaruh Penggunaan Bibit Unggul	Nilai produksi yang dipengaruhi penggunaan bibit unggul sebelum skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 1420324,25 ton/tahun dan pada tahun 2030 sebesar 1411099 ton/tahun	Nilai produksi yang dipengaruhi penggunaan bibit unggul setelah skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 1276529.625 ton/tahun dan pada tahun 2030 sebesar 4080825.25 ton/tahun
	2.3 Pengaruh Perbaikan Irigasi	Nilai produksi yang dipengaruhi perbaikan irigasi sebelum skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 1420324,25 ton/tahun dan pada tahun 2030 sebesar 1411099 ton/tahun	Nilai produksi yang dipengaruhi perbaikan irigasi setelah skenario pada tahun 2018 adalah sebesar 1284437.25 ton/tahun dan pada tahun 2030 sebesar 2720975.75 ton/tahun
3	Hasil Simulasi pengimplementasian <i>Smart Agriculture</i> untuk meningkatkan pendapatan petani dengan penerapan IOT ( <i>Internet Of Things</i> ) pada <i>Smart Agriculture</i>	Sebelum mengimplementasikan <i>Smart Agriculture</i> biaya produksi per periode sebesar Rp 31.006.682,- , biaya produksi per hektar sebesar Rp 4.908.222,-, dan keuntungan per tahun mencapai Rp 26.617.752,- (Tahun 2019)	Setelah mengimplementasikan <i>Smart Agriculture</i> biaya produksi per periode sebesar Rp Rp 27.908.828,-, biaya produksi per hektar sebesar Rp 4.417.845,-, dan keuntungan per tahun mencapai Rp Rp 28.603.776,- (Tahun 2019)
4	Hasil simulasi Pengurangan emisi gas rumah kaca dengan skenario penggunaan <i>Smart Agriculture</i>		
	- Efisiensi bahan bakar pertanian	Nilai emisi CH <sub>4</sub> sebelum skenario efisiensi bahan bakar pada tahun 2018 adalah sebesar 17.161.844 ton dan pada tahun 2030 sebesar 15.584.900 ton	Nilai emisi CH <sub>4</sub> setelah skenario efisiensi bahan bakar pada tahun 2018 adalah sebesar 16.303.752 ton dan pada tahun 2030 sebesar 14.805.655 ton
	4.2 Efisiensi penggunaan pupuk organik	Nilai emisi CH <sub>4</sub> sebelum skenario penggunaan pupuk organik pada tahun 2018 adalah	Nilai emisi CH <sub>4</sub> setelah skenario penggunaan pupuk organik pada tahun 2018 adalah

		sebesar 17.161.844 ton dan pada tahun 2030 sebesar 15.584.900 ton	sebesar 15.960.515 ton dan pada tahun 2030 sebesar 14.493.957 ton
5.	<b>Skenario</b>	<b>Efektivitas</b>	<b>Efisiensi</b>
	Meningkatkan efektifitas dan efisiensi distribusi pupuk organik pada rantai pasok	Sesuai dengan tolak ukur efektivitas distribusi pupuk organik, pola aliran yang efektif terdapat pada pola aliran satu. Pola aliran satu memberikan ketepatan waktu, kemudahan keterjangkauan lokasi dan kemampuan memenuhi jumlah pupuk sesuai dengan permintaan konsumen. Pola aliran satu memberikan fasilitas berupa bebas biaya jasa pengiriman. Hal ini memberikan kemudahan pada konsumen untuk mendapatkan pupuk organik sesuai dengan waktu yang telah disepakati. Dari sisi keterjangkauan lokasi, meskipun persebaran produsen tidak banyak, petani tetap mudah memperoleh pupuk karena adanya sistem bebas biaya pengiriman	Untuk menentukan ketercapaian efisiensi distribusi pupuk organik dapat dilihat dari nilai minimum atau minimum resource yang dikeluarkan konsumen dalam mendapatkan pupuk organik. Dalam rantai pasok, pola aliran yang memberikan minimum resource pada konsumen adalah pola aliran satu. Pola aliran satu memberikan fasilitas bebas biaya untuk jasa pengiriman sehingga konsumen tidak perlu mengeluarkan biaya untuk menjangkau lokasi dan mendapatkan layanan yang sesuai dengan kebutuhan konsumen yaitu pemenuhan jumlah pupuk dan ketepatan waktu pengiriman pupuk organik.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya. Kemudian dijabarkan pula saran-saran untuk pengembangan penelitian ini.

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Pemahaman sistem sangat diperlukan sebagai kerangka awal dalam pembuatan model. Dengan memahami sistem akan dapat diidentifikasi variabel yang signifikan dalam sistem tersebut, yang akan dijadikan masukan dalam diagram kausatik model. Sehingga model tersebut dapat merepresentasikan kondisi riil dari suatu sistem
2. Model yang dibuat pada penelitian mencakup kondisi saat ini, kemudian dilakukan evaluasi untuk mengetahui permasalahan yang ada, dan dibuat skenario sebagai alternatif solusi pemecahan masalah.
3. Dari hasil simulasi basemodel, produktivitas lahan di Jawa Timur dari tahun 2007 hingga tahun 2017 mengalami kenaikan rata-rata sebesar 1.23 %. Luas Lahan di Jawa Timur dari tahun 2007 hingga 2017 mengalami kenaikan rata-rata sebesar 3.78 % dan produksi jagung organik di Jawa Timur tahun 2007 hingga tahun 2017 mengalami kenaikan rata-rata sebesar 2.5 %.
4. Pada skenario intensifikasi, nilai produksi yang dipengaruhi penggunaan pupuk organik setelah skenario pada tahun 2018 hingga 2030 mengalami kenaikan rata-rata sebesar 1.05 %. Nilai produksi yang dipengaruhi penggunaan bibit unggul setelah skenario pada tahun 2018 hingga 2030 mengalami kenaikan rata-rata sebesar 4.65 %. Sedangkan nilai produksi yang dipengaruhi perbaikan irigasi setelah skenario pada tahun 2018 hingga 2030 mengalami kenaikan rata-rata sebesar 5.33 %. Dari ketiga skenario intensifikasi lahan pertanian tersebut semua menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai produksi. Hal ini dikarenakan

perbaikan intensifikasi lahan terbukti efektif dalam meningkatkan nilai produksi jagung organik.

5. Dalam meningkatkan efektifitas distribusi pupuk organik pada rantai pasok, pola aliran yang efektif terdapat pada pola aliran satu. Pola aliran satu memberikan ketepatan waktu, kemudahan keterjangkauan lokasi dan kemampuan memenuhi jumlah pupuk sesuai dengan permintaan konsumen. Pola aliran satu memberikan fasilitas berupa bebas biaya jasa pengiriman. Hal ini memberikan kemudahan pada konsumen untuk mendapatkan pupuk organik sesuai dengan waktu yang telah disepakati. Dari sisi keterjangkauan lokasi, meskipun persebaran produsen tidak banyak, petani tetap mudah memperoleh pupuk karena adanya sistem bebas biaya pengiriman. Hal ini memberikan kemudahan konsumen untuk meminimalisir biaya operasional.
6. Untuk menentukan ketercapaian efisiensi distribusi pupuk organik dapat dilihat dari nilai minimum atau minimum *resource* yang dikeluarkan konsumen dalam mendapatkan pupuk organik. Dalam rantai pasok, pola aliran yang memberikan minimum *resource* pada konsumen adalah pola aliran satu. Pola aliran memberikan fasilitas bebas biaya untuk jasa pengiriman sehingga konsumen tidak perlu mengeluarkan biaya untuk menjangkau lokasi dan mendapatkan layanan yang sesuai dengan kebutuhan konsumen yaitu pemenuhan jumlah pupuk dan ketepatan waktu pengiriman pupuk organik.
7. Dari hasil skenario pengimplementasian *Smart Agriculture*, peningkatan pendapatan petani dengan mengimplementasikan *Smart Agriculture* dibanding tidak mengimplementasikan yaitu mengalami kenaikan rata-rata sebesar 6 % dari skenario tahun 2019-2030. Sementara untuk biaya produksi per hektar, pada tahun 2019 (setelah periode pengembalian modal), biaya produksi tanpa pengimplementasian *Smart Agriculture* dibandingkan biaya produksi per hektar dengan pengimplementasian *Smart Agriculture* mengalami penurunan sebesar 11%.

8. Mitigasi yang dapat dilakukan untuk pengurangan emisi gas rumah kaca terutama CH<sub>4</sub> (metana) pada sektor pertanian yaitu dengan efisiensi penggunaan bahan bakar pertanian dan efisiensi penggunaan pupuk. Nilai emisi CH<sub>4</sub> sesudah skenario efisiensi bahan bakar pada tahun 2018 hingga tahun 2030 mengalami penurunan sebesar 8.4 %. Sedangkan nilai emisi CH<sub>4</sub> sesudah skenario efisiensi penggunaan pupuk pada tahun 2018 hingga tahun 2030 mengalami penurunan sebesar 5.3 %. Artinya efisiensi penggunaan bahan bakar dan efisiensi penggunaan pupuk berpengaruh terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca CH<sub>4</sub> (metana) pada pertanian jagung organik.

## 5.2 Saran

Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya dan untuk Dinas Pertanian adalah:

1. Pada penelitian selanjutnya perlu dimasukkan faktor-faktor lain yang mempengaruhi produktivitas pertanian jagung organik. Sehingga lebih efektif dalam meningkatkan nilai produksi pertanian jagung organik.
2. Untuk pemerintah, khususnya Dinas Pertanian, agar dapat menerapkan skenario intensifikasi, dimana produktivitas lahan meningkat, jumlah produksi meningkat dan pendapatan petani bisa meningkat. Serta dapat mempertimbangkan penerapan *Smart Agriculture*. Modal yang harus ditanam memang sangat tinggi, namun otomatisasi dan efisiensi yang ditawarkan bisa menjadi nilai plus serta untuk jangka panjangnya dapat meningkatkan produksi jagung dan pendapatan petani.
3. Pemerintah perlu menambah distribusi pupuk organik bersubsidi kepada petani jagung, serta ikut andil dalam pengendalian harga pupuk organik. Dengan efektifitas dan efisiensi alur distribusi pupuk organik dalam rantai pasok, petani lebih mudah merencanakan dan mengelola *resource* yang dibutuhkan dalam memproduksi jagung organik. Hal ini akan berdampak pada peningkatan intensitas produksi jagung organik.

4. Untuk penelitian selanjutnya khususnya dalam mitigasi gas rumah kaca dapat memasukkan faktor emisi lainnya, tidak hanya dari faktor bahan bakar pertanian dan faktor pupuk. Seperti dampak dari air irigasi. Hal ini juga berkaitan dengan penerapan *Smart Agriculture* dalam mengefisienkan irigasi, sehingga selain dapat menghemat air, juga mengurangi emisi gas rumah kaca akibat penggenangan tanaman.

*(Halaman sengaja dikosongkan)*



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah dan Nurkholis dalam Soetanto Abdoellah 1996. Sifat Kimia Beberapa Jenis Pupuk Kandang Dalam Bahan Organik, Peranannya Bagi Perkebunan Kopi Dan Kakao. Warta Puslit Kopi dan Kakao. Jember.
- Asif, F. MA., Bianchiz, C., Rashid, A., Nicolescu, C. M. 2012. Performance Analysis of Yhe Closed Loop Supply Chain, Journal of Remanufacturing 2012 2:4.
- Aqil, M., Firmansyah, I., & Akil, M. (2007). *Pengelolaan Air Tanaman Jagung. Jagung Teknik Produksi dan Pengembangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. Jakarta. Hal.
- Arisandi, N. W. W., Sudarma, I. M., & Rantau, I. K. (2016). Efektivitas Distribusi Subsidi Pupuk Organik dan Dampaknya terhadap Pendapatan Usahatani Padi Sawah di Subak Sungsang, Desa Tibubiu, Kabupaten Tabanan. *E-Jurnal Agribisnis Dan Agrowisa, V ol.5, No.1*.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2008). Teknologi Budidaya Jagung, (Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian).
- Barlas, Y. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, 12(3), 183–210.
- Enggleston, H. ., Miwa, K., Srivastava, N., & Tanabe, K. (2008). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – A primer, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.
- FAO. (2013). *CLIMATE-SMART AGRICULTURE*. Food and agriculture organization oF the united nations 2013.

- George's, S., & IICA. (2016). Climate Smart Agriculture in the Eastern Caribbean States: meeting the challenges of climate change in Grenada through organic agriculture. In *Climate Smart Agriculture in the Eastern Caribbean States*.
- Higa, T. (1993). An Earth-Saving Revolution: Solutions to Problems in Agriculture, the Environment and Medicine. *English Edition: Sunmark Publising*.
- Hosang, E. (2004). Pengkajian teknologi perbenihan jagung di NTT. *Laporan Hasil Penelitian BPTP NTT. Naibonat*.
- Iswanto, R. J. (2012). Pemodelan Matematika (Aplikasi dan Terapannya). *Graha Ilmu, Yogyakarta*.
- Jacob, R., Mooney, P., Corcoran, P., & Winstanley, A. C. (2010). Haptic-GIS: exploring the possibilities. *SIGSPATIAL Special*, 2(3), 13. <https://doi.org/10.1145/1953102.1953105>
- Khaerizal, H. (2008). Analisis Pendapatan dan Faktor-Faktor Produksi Usahatani Komoditi Jagung Hibrida dan Bersari Bebas (Lokal) (Kasus: Desa Saguling, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat). Departemen Agribisnis Fakultas Ekonomi dan Manajemen. Institut Pertanian Bogor.
- Khodeir, M. H., & Abdelsalam, H. M. (2016). Simulating Corn Supply, Demand and Consumption in Egypt: A System Dynamics Approach. In *Proceedings of the 10th International Conference on Informatics and Systems* (pp. 14–20). ACM.
- Kurniasih, B. (2018, April 9). Kementerian Pertanian Gandeng PBNU Tanam Jagung Se-Indonesia. Retrieved from <https://ekonomi.kompas.com/read/2018/09/04/200952226/kementerian-pertanian-gandeng-pbnu-tanam-jagung-se-indonesia>

- Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65–83.
- Law, A. M., & Kelton, W. D. (2000). *Simulation Modeling and Analysis* (McGraw Hill Series in Industrial Engineering and Management Science).
- litbang pertanian. (2018, November 16). Sumber Produksi Jagung utama di Indonesia.
- Mardinata, Z., & Zulkifli. (2014). ANALISIS KAPASITAS KERJA DAN KEBUTUHAN BAHAN BAKAR TRAKTOR TANGAN BERDASARKAN VARIASI POLA PENGOLAHAN TANAH, KEDALAMAN PEMBAJAKAN DAN KECEPATAN KERJA. *AGRITECH*, Vol. 34, No. 3.
- Marisa, S. (2011). Analisis Efektivitas Kebijakan Subsidi Pupuk dan Pengaruhnya terhadap Produksi Padi (Studi Kasus: Kabupaten Bogor).
- Melia Sari, P., Surahman, M., & Budiman, C. (2018). The Increased of Production and Quality of Hybrid Corn Seed through Application of N, P, K Fertilizer and Probiotic Bacteria. *Bul. Agrohorti*, 6 (3) : 412 –421, 412 –421.
- Murniyanto, E., Wicaksono, K. P., & Muhsoni, F. F. (2011). ANALISIS EMISI CH<sub>4</sub> DAN SERAPAN CO<sub>2</sub> AKTIVITAS PERTANIAN DI JAWA TIMUR. *Agrovigor*, 4(1), 51–61.
- Neufeldt, H., Kristjanson, P., Thorlakson, T., Gassner, A., Norton-Griffiths, M., Place, F., & Langford, K. (2011). Making climate-smart agriculture work for the poor.
- Nwanze, K. F., Fan, S., & others. (2016). Strengthening the role of smallholders. *IFPRI Book Chapters*, 12–21.

- Poles, R. (2013). System Dynamics modelling of a production and inventory system for remanufacturing to evaluate system improvement strategies. *International Journal of Production Economics*, 144(1), 189–199.
- Prabowo, A., Arif, S. S., Sutiarso, L., & Purwanta, B. (2014). MODEL SIMULASI PENGEMBANGAN SISTEM IRIGASI UNTUK TANAMAN JAGUNG DI LAHAN SAWAH DAN LAHAN KERING (STUDI KASUS PADA USAHATANI JAGUNG DI KABUPATEN KEDIRI). *Aritech*, Volume 34(No 2).
- Pujilestari, N., Irianto, G., & Heryani, N. (2002). Peningkatan produktivitas lahan kering melalui pembangunan “channel reservoir” bertingkat (Studi kasus di sub DAS Bunder, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi DIY). In *Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Puslitbangtanak, Cisarua-Bogor*.
- Remedy, T., & Santosa, P. B. (2015). *ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI JAGUNG (Studi Kasus: di Kecamatan Mranggen Kabupaten Demak)* (PhD Thesis). Fakultas Ekonomika dan Bisnis.
- Roth, G. W. (2010). Organic Corn Production. Over the past several years, the demand for organic corn has been increasing in our region.
- Schimmelpfennig, D., & Ebel, R. (2016a). Sequential adoption and cost savings from precision agriculture. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 41(1), 97.
- Schimmelpfennig, D., & Ebel, R. (2016b). Sequential adoption and cost savings from precision agriculture. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 41(1), 97.

- Seran, Y. L. (2015). PENGEMBANGAN SISTEM USAHATANI JAGUNG ORGANIK DALAM UPAYA PENINGKATAN PENDAPATAN PETANI DI LAHAN KERING.
- Setiawan, A. (2009). Studi peningkatan kinerja manajemen rantai pasok sayuran dataran tinggi terpilih di Jawa Barat [tesis]. *Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor*.
- Sitanggang, L., Lubis, S. N., & Kesuma, S. I. (2014). Tingkat Adopsi Petani terhadap Penggunaan Pupuk Sesuai Dosis Anjuran pada USAhatani Padi Sawah (Studi Kasus: Desa Sidoarjo Dua Ramunia, Kecamatan Beringin, Kabupaten Deli Serdang). *Journal of Agriculture and Agribusiness Socioeconomics*, 3(4).
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*.
- Subagyono, K., & Surmaini, E. (2014). Pengelolaan Sumberdaya Iklim dan Air untuk Antisipasi Perubahan Iklim. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 8(1).
- Suryani, E. (2006). Pemodelan dan Simulasi. *Yogyakarta: Graha Ilmu*.
- Sutanto, R. (2002). *Pertanian organik: Menuju pertanian alternatif dan berkelanjutan*. Kanisius.
- Walters, J. P., Archer, D. W., Sassenrath, G. F., Hendrickson, J. R., Hanson, J. D., Halloran, J. M., ... Alarcon, V. J. (2016). Exploring agricultural production systems and their fundamental components with system dynamics modelling. *Ecological Modelling*, 333, 51–65. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.04.015>

Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Pusat Perpustakaan dan Penyebaran  
Teknologi Pertanian [Online] // Kementrian Pertanian Republik Indonesia. - 2006.  
- <http://pustaka.litbang.pertanian.go.id/publikasi/wr284067.pdf>.

# LAMPIRAN 1

## DAFTAR PERTANYAAN WAWANCARA

### Wawancara Petani Jagung Organik di Provinsi Jawa Timur

Pengambilan data ini bertujuan untuk menggali persepsi petani jagung organik tentang distribusi pupuk organik di Jawa Timur

Indikator	Item Pertanyaan
<b>Informasi Umum Narasumber</b>	Nama
	Usia
	Tempat Tinggal
	Pendidikan
	Jabatan dalam KTNA
	Lama pengalaman Jagung Organik
	Kontribusi dalam pertanian di wilayah
	Lokasi Wawancara
	Durasi Wawancara
<b>Efektifitas Waktu</b>	Bagaimana anda mendapatkan pupuk organik?
	Apakah penjual menawarkan jasa pengiriman kepada konsumen?
	Apakah pupuk yang diterima sesuai dengan tenggat waktu yang disepakati sebelumnya?
<b>Efektifitas Tempat</b>	Apakah dari toko yang anda beli merupakan lokasi yang tepat untuk menjangkaunya?
	Dimana tempat yang anda tuju bila toko tersebut kehabisan stok ?
<b>Efektifitas Jumlah</b>	Apakah toko pupuk organik selalu menyediakan jumlah pesanan sesuai yang anda butuhkan ?
	Bila tidak bisa memenuhi permintaan, bagaimana usaha anda mencukupi kebutuhan pupuk organik?
<b>Efektifitas Harga</b>	Apakah harga pupuk yang anda beli sudah sesuai standart?
	Apakah bila pedagang menaikkan harga, anda tetap membeli pupuk organik pada tempat yang sama?
<b>Pupuk Subsidi</b>	
<b>Ketepatan Waktu</b>	Apakah anda mendapatkan pupuk subsidi ? Dimana?
<b>Ketepatan Tempat</b>	Apakah pupuk subsidi mudah dijangkau?
<b>Ketepatan Jumlah</b>	Apakah jumlah pupuk subsidi sesuai dengan kebutuhan anda?
<b>Ketepatan Harga</b>	Apakah pupuk subsidi yang dijual sudah terjangkau?

## LAMPIRAN 2

### HASIL WAWANCARA

	Narasumber 1	Narasumber 2	Narasumber 3	Narasumber 4	Narasumber 5
<b>Efektifitas Waktu</b>					
Bagaimana anda mendapatkan pupuk organik?	Dari memesan langsung pada pabrik pupuk organik di petroganik	Biasanya membeli langsung dari pabrik	Membeli di Gapoktan Kepanjen	Pesan dari Gapoktan kepanjen	Membeli di Gapoktan untuk mendapatkan pupuk organik
Apakah penjual menawarkan jasa pengiriman kepada konsumen?	Iya, pihak pabrik menawarkan jasa pengiriman dengan menggratiskan biaya kirim	iya menawarkan jasa pengiriman	mengirimkan jasa pengiriman tapi ada ongkosnya	Iya, mengirimkan jasa pengiriman tapi ada ongkosnya	Tidak gratis tapi bila mau pesan buat dikirim juga bisa
Apakah pupuk yang diterima sesuai dengan tenggat waktu yang disepakati sebelumnya?	Iya sesuai	sesuai, biasanya bisa lebih cepat	sesuai, biasanya barang langsung angkut	sudah sesuai	sesuai, biasanya barang langsung angkut
<b>Efektifitas Tempat</b>					
Apakah dari toko yang anda beli merupakan lokasi yang tepat untuk menjangkaunya?	Tepat, karena disamping harganya cocok juga karena mereka menyediakan gratis antar	Sebenarnya cukup tepat, lokasi pabrik lumayan jauh namun pabrik menyediakan jasa pengiriman yang membuat lebih efisien	tepat saja	iya sudah tepat	sudah tepat
Dimana tempat yang anda tuju bila toko tersebut kehabisan stok ?	Tidak ada, karena pabrik selalu menyediakan barang sesuai jumlah pesanan	Di pabrik saja, biasanya kalau stok tidak ada kami menunggu sampai stok ada	menunggu sampai stok ada	biasanya tidak pernah terjadi, masih aman	menunggu sampai ada stok
<b>Efektifitas Jumlah</b>					
Apakah toko pupuk organik selalu menyediakan jumlah pesanan sesuai yang anda butuhkan ?	Iya, sesuai yang dibutuhkan	selalu terpenuhi	kadang-kadang ada mbelesetnya, pas permintaan banyak gapoktan tidak bisa memenuhi	sudah sesuai kebutuhan	sudah sesuai kebutuhan
Bila tidak bisa memenuhi permintaan, bagaimana usaha anda mencukupi kebutuhan pupuk organik?	selama ini pabrik masih menyediakan barang sesuai dengan jumlah, jadi masih aman-aman saja	belum pernah terjadi	cari di tempat lain, tapi biasanya jarang terjadi	menunggu sampai stoknya ada	cari di tempat lain, tapi biasanya jarang terjadi
<b>Efektifitas Harga</b>					
Apakah harga pupuk yang anda beli sudah sesuai standart?	menurut saya sudah sesuai, karena relatif murah	sudah sesuai, bahkan bisa dibilang murah	sudah	sudah sesuai	sudah sesuai standart
Apakah bila pedagang menaikkan harga, anda tetap membeli pupuk organik pada tempat yang sama?	iya, tapi itu jarang bila tidak terjadi hal-hal yang tak terduga misalnya pabrik mengalami kelangkaan bahan utama pupuk	tetap membeli pada tempat yang sama karena sudah terbiasa	iya, tetap di gapoktan	iya, karena sudah langganan	iya tetap sama



	Narasumber 6	Narasumber 7	Narasumber 8	Narasumber 9	Narasumber 10
<b>Efektifitas Waktu</b>					
Bagaimana anda mendapatkan pupuk organik?	Membeli di pabriknya langsung (petroganik)	Membeli di Koptan (Koperasi Pertanian)	Membeli di Koperasi	Membeli di pabrik pupuk	Mendapatkannya dari pabrik pupuk
Apakah penjual menawarkan jasa pengiriman kepada konsumen?	Iya, pihak pabrik menawarkan jasa pengiriman dengan menggratiskan biaya kirim	iya menawarkan namun dengan ongkos sendiri	Iya, mengirimkan jasa pengiriman tapi ada ongkosnya	Iya, pihak pabrik menawarkan jasa pengiriman dengan menggratiskan biaya kirim	benar, pihak pabrik menawarkan jasa pengiriman dengan menggratiskan biaya kirim
Apakah pupuk yang diterima sesuai dengan tenggat waktu yang disepakati sebelumnya?	iya, sesuai	iya, sesuai dengan waktu yang disepakati sebelumnya	selama ini sudah sesuai	sudah sesuai, tepat waktu	tepat waktu
<b>Efektifitas Tempat</b>					
Apakah dari toko yang anda beli merupakan lokasi yang tepat untuk menjangkaunya?	Tepat, karena disamping harganya cocok juga karena mereka menyediakan gratis antar	sudah cukup strategis	iya lokasinya sudah strategis	sebenarnya lokasi tidak tepat kaena pabrik menawarkan jasa gratis kirim, maka hal itu tidak menjadi masalah karena pertimbangan harga juga	sudah tepat menurut saya
Dimana tempat yang anda tuju bila toko tersebut kehabisan stok ?	Tidak ada, karena pabrik selalu menyediakan barang sesuai jumlah pesanan	membeli di gapoktan namun dengan harga yang cukup mahal	biasanya tidak pernah kehabisan karena stoknya aman	Tidak ada, karena pabrik selalu menyediakan barang sesuai jumlah pesanan	pabrik selalu mensuplai barang sesuai dengan pesanan
<b>Efektifitas Jumlah</b>					
Apakah toko pupuk organik selalu menyediakan jumlah pesanan sesuai yang anda butuhkan ?	selalu menyediakan, karena stok pabrik melimpah	hampir,biasanya kehabisan stok dan ambil di gapoktan	menyediakan sesuai yang saya butuhkan	menyediakan sesuai pesanan	menyediakan sesuai pesanan
Bila tidak bisa memenuhi permintaan, bagaimana usaha anda mencukupi kebutuhan pupuk organik?	ambil di pabrik saja	membeli di tempat lain yang menjual	menunggu sampai stoknya ada, tapi biasanya saya ambil banyak	menunggu atau kalau tidak ambil di tempat lain	ambil di tempat lain, di gapoktan
<b>Efektifitas Harga</b>					
Apakah harga pupuk yang anda beli sudah sesuai standart?	sudah sesuai	sudah sesuai	sudah sesuai	sudah sesuai	sudah sesuai
Apakah bila pedagang menaikkan harga, anda tetap membeli pupuk organik pada tempat yang sama?	iya, selama ini harga di pabrik masih masuk akal	kalau ada harga yang lebih murah pasti ambil di tempat yang lebih murah	tetap, sudah langganan sejak lama	iya, tetap mengambil di petroganik	iya, tetap mengambil di petroganik

	Narasumber 11	Narasumber 12	Narasumber 13	Narasumber 14	Narasumber 15
<b>Efektifitas Waktu</b>					
Bagaimana anda mendapatkan pupuk organik?	Biasanya membeli langsung dari pabrik (Petroganik)	Membeli di Koptan (Koperasi Pertanian)	Membeli di Koptan (Koperasi Pertanian)	Beli di Poktan	Membeli di Poktan
Apakah penjual menawarkan jasa pengiriman kepada konsumen?	Petroganik menawarkan jasa pengiriman dengan menggratiskan biaya kirim	Iya, pihak koperasi menawarkan jasa pengiriman dengan ongkos sendiri	iya menawarkan namun dengan ongkos sendiri	Tidak, biasanya mengambil sendiri	Biasanya mengambil sendiri di Poktan
Apakah pupuk yang diterima sesuai dengan tenggat waktu yang disepakati sebelumnya?	sudah tepat waktu dan sesuai	sesuai dengan tenggat waktu yang disepakati sebelumnya	iya, sesuai dengan waktu yang disepakati sebelumnya	Sudah sesuai	sudah sesuai, biasanya transaksi selesai barang langsung angkut
<b>Efektifitas Tempat</b>					
Apakah dari toko yang anda beli merupakan lokasi yang tepat untuk menjangkaunya?	tepat, karena disamping harganya cocok juga karena mereka menyediakan gratis antar	sudah cukup strategis	sudah cukup strategis	strategis, mudah dijangkau	mudah dijangkau dan dekat
Dimana tempat yang anda tuju bila toko tersebut kehabisan stok ?	tidak pernah kehabisan stok sebelumnya	biasanya tidak pernah kehabisan karena stoknya aman	membeli di gapoktan namun dengan harga yang cukup mahal	ambil di gapoktan	membeli di gapoktan
<b>Efektifitas Jumlah</b>					
Apakah toko pupuk organik selalu menyediakan jumlah pesanan sesuai yang anda butuhkan ?	menyediakan sesuai pesanan	menyediakan sesuai pesanan	hampir,biasanya kehabisan stok dan ambil di gapoktan	bila stok pupuk habis, ambilnya langsung di gapoktan	tidak selalu
Bila tidak bisa memenuhi permintaan, bagaimana usaha anda mencukupi kebutuhan pupuk organik?	ambil di gapoktan	membeli di tempat lain yang menjual	membeli di tempat lain yang menjual	membeli di gapoktan	membeli di gapoktan
<b>Efektifitas Harga</b>					
Apakah harga pupuk yang anda beli sudah sesuai standart?	sudah sesuai	sudah sesuai	sudah sesuai	sudah sesuai namun bila ada harga yang lebih murah ya ambil di tempat situ	belum sesuai karena masih memberatkan petani
Apakah bila pedagang menaikkan harga, anda tetap membeli pupuk organik pada tempat yang sama?	iya, tetap mengambil di petroganik	kalau ada harga yang lebih murah pasti ambil di tempat yang lebih murah	kalau ada harga yang lebih murah pasti ambil di tempat yang lebih murah	kalau ada harga yang lebih murah pasti ambil di tempat yang lebih murah	kalau ada harga yang lebih murah pasti ambil di tempat yang lebih murah